INSTITUT AGRONOMIQUE DE L'ETAT A GEMBLOUX

TOME XIX, Nos 3-4. 1951.

BULLETIN

DE

L'INSTITUT AGRONOMIQUE

ET DES

STATIONS DE RECHERCHES

DE

GEMBLOUX

9 JUN 1952

IMPRIMERIE J. DUCULOT, EDITEUR
GEMBLOUX (Belgique)

Sommaire

HENNAUX, L., ANTOINE, A., HOLVOET, J. — L'effet de la vitamine B_{12} et de la pénicilline sur la croissance du porcelet 233

HENNAUX, L., ANTOINE, A., SEILLEUR, P. — La germination rapide des grains et leur valeur alimentaire 244

HENNAUX, L., ANTOINE, A., LECOMTE, R. — L'influence de l'alimentation sur la teneur du colostrum en vitamine A et en carotène 251

HENNAUX, L., HENIUS, J. M. — La castration hormonale des coquelets 257

MARTENS, P. H. — Influence de la qualité du Jaune thiazol sur la détermination colorimétrique du magnesium 262

NANGNIOT, P. — Le dosage de l'isomère gamma de l'Hexachlorcyclohexane par polarographie 267

MONIN, A. — Description et identification des variétés de Cerisiers 276

NYS, L. — L'étuvage et l'ensilage des tubercules 327

MARTIN, L. — Probits normaux classiques et probits relatifs à la répartition triangulaire 364

BERNARD, J., CASIMIR, J. — A propos de l'enrichissement en azote d'une bouillie de larves de *Rhagoletis cerasi* L. 387

TEGHEM J. — Ajustement d'une équation linéaire à une série chronologique périodiquement lacunaire 390

Note.

MANIL P. et STRASZEWSKA Z. — Désintégration de *Agrob. tumefaciens* par les ultrasons 395

Bibliographie 397

Les articles sont publiés sous la seule responsabilité de leurs auteurs.

Le *Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux* paraît normalement quatre fois par an. Toutefois, provisoirement, le nombre des livraisons a dû être limité.

Le prix de l'abonnement est de 150 francs par an, somme à verser au compte de chèques postaux nº 7621.08 du Bulletin de l'Institut Agronomique de Gembloux (Belgique) ou à payer par mandat postal.

Prix du présent volume : 75 francs. Pour la commande, prière de s'adresser au Secrétariat du *Bulletin*.

a) **Le Bulletin sera envoyé en échange des publications similaires des Établissements d'Enseignement Supérieur, des publications périodiques des Sociétés scientifiques et des Revues Scientifiques en général.**

b) **Tout ouvrage scientifique dont un exemplaire est adressé à la Rédaction, sera signalé sous la rubrique « Bibliographie ».**

Toute reproduction des articles parus dans le Bulletin est strictement interdite, sauf autorisation du Comité de Rédaction.

STATION DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

L'effet de la Vitamine B_{12} et de la Pénicilline sur la croissance des porcelets

par L. Hennaux, A. Antoine et J. Holvoet.

La Vitamine B_{12} est appelée à jouer un rôle de premier plan, en nutrition animale. Aussi, avons-nous jugé utile de rappeler d'abord les grandes étapes qui conduisirent à sa découverte, relativement récente.

Historique.

Isolée en 1948, en même temps, bien qu'indépendamment l'un de l'autre, par Rickes et ses collaborateurs (1) aux États-Unis et par Lester Smith (2) en Angleterre, la Vitamine B_{12} avait été soupçonnée depuis plusieurs années, sans être identifiée.

De nombreux chercheurs s'étaient attachés au problème de la simplification des rations pour poules pondeuses. Leur idée maîtresse consistait à remplacer l'albumine animale de la ration, par de l'albumine végétale, principalement la farine de soja (environ 36% de matière azotée). Si une telle ration s'avérait temporairement satisfaisante pour assurer une bonne production en œufs, par contre la faculté d'éclosion de ceux-ci, se montrait nettement insuffisante ; toutefois, elle redevenait normale lorsque la ration végétale était supplémentée en albumine animale.

De même, le développement des poussins recevant de bonnes rations végétales est tout à fait médiocre ; encore une fois, l'addition à ces rations, de lait écrémé, de farine de viande ou de poisson intensifie le rythme de croissance.

Il y a donc de péremptoires raisons d'admettre que les rations à base d'albumine végétale sont privées d'un facteur ou mieux d'un « complexe de facteurs », assurant une excellente faculté d'éclosion aux œufs et donnant aux poussins, une vitesse de croissance normale. Ce complexe de facteurs, apanage des albumines d'origine animale, a été baptisé « A. P. F. » (Animal Protéin Factor).

Ces facteurs ont été identifiés également, dans le fumier de vache séché. NESTLER et coll. (3) ont montré que le pouvoir d'éclosion des œufs était augmenté par adjonction d'un peu de cette substance, à l'alimentation des poules ; HAMMOND (4) a fait les mêmes observations sur la rapidité de croissance du poussin. Un facteur de croissance semblable a été isolé à partir des fientes de poules (RUBIN) (5). Il s'est montré, en outre susceptible d'être transmis par l'œuf ; en effet, les poules qui avaient reçu en quantités suffisantes, de l'albumine animale ou même du fumier de vache séché, semblaient transmettre à leurs poussins, assez d'A. P. F. pour leur assurer une croissance convenable durant les 6 premières semaines.

Le fumier bovin et le facteur associé aux protéines animales furent fractionnés par BIRD, RUBIN et GROSCHKE (6) et il fut démontré que les facteurs contenus dans la farine de poisson et le fumier bovin avaient des propriétés très voisines. (ROBBLEE et coll.) (7).

D'autre part, CARY et coll. (9) ont signalé l'existence dans le foie, d'un facteur de croissance pour le rat, ne recevant comme protéine pure que de la farine de soja ; ce facteur appelé « nutrient X » serait également présent dans les produits lactés.

A la suite d'expériences sur rats soumis à une alimentation strictement végétarienne, M. ZUCKER et T. F. ZUCKER (9) admettent la présence dans le foie, les produits laitiers, les farines de poisson et les excréments de vache, d'un facteur de croissance qu'ils dénomment la « Zoophérine ». SCHWEIGERT et coll. (10) administrant à des rats, toutes les Vitamines B connues, trouvent eux aussi dans le foie, une substance de croissance.

En 1949, BOSSHERDT et coll. (11) distribuant du foie, à des souris disposant d'une ration à base de poudre de lait, n'obtiennent aucun effet appréciable. Toutefois, si le foie est donné à des souris issues de mères privées de protéines animales et recevant elles-mêmes un régime synthétique, l'effet sur la croissance est favorable.

En résumé, nous savons qu'un facteur de croissance est présent dans les protéines d'origine animale : foie, farine de viande et de poisson ; poudre de lait ; extraits aqueux de poisson (JAFFE et coll.) (12) ; (NICHOL) (13) ; dans le fumier de vache ; dans les fientes de poules.

Signalons cependant une note discordante : MAPSON (14 et 15) et HARTMAN et coll. (16) ont pu remplacer le foie par les germes de blé ou certaines graminées ; ce serait la Vitamine B_{13} de NOVAK et HAUGE (17) isolée des résidus solubles de distillerie. Il est vraisemblable que ces facteurs de croissance, encore bien imparfaitement connus, ne sont pas identiques au facteur des Protéines animales.

DÉCOUVERTE DE LA VITAMINE B_{12}.

En avril 1948, le groupe de chercheurs de « MERCK and C^o » sous la direction de RICKES, isola, à partir du foie, une matière cristalline rouge à action très active dans le traitement de l'anémie pernicieuse. On avait signalé depuis

longtemps déjà, que le foie avait un effet salutaire dans le traitement de cette affection.

Au même moment, Lester SMITH annonça avoir réussi la préparation, à partir du foie de bœuf, de deux pigments rouges extrêmement actifs dans la thérapeutique de l'anémie pernicieuse. De tous les pigments, jaunes, bruns, rouges, séparés par chromatographie, seule la fraction rouge se révèle efficace ; le pigment rouge contient du cobalt ; c'est aux sels de ce métal que doit être attribuée la couleur rouge. La substance isolée fut appelée la Vitamine B_{12}.

Peu de temps après, les laboratoires Lederlee identifièrent dans des cultures de « Streptomyces aureofaciens » obtenus de fientes de poules, un produit actif qui montrait dans le spectre d'absorption aux U. V., des maxima quelque peu différents de ceux de la Vitamine B_{12} (PIERCE et coll.) (18). Cette vitamine dénommée Vit. B_{12b} partage néanmoins l'activité microbiologique et le pouvoir A.P.F. sur le poulet.

Enfin, les laboratoires Merck obtinrent la Vitamine B_{12} cristallisée, extraite de cultures de « Streptomyces griseus ».

FORMULE CHIMIQUE DE LA VITAMINE B_{12}.

BRINK et ses coll. (19) en donnent la formule brute suivante :

$$C_{61-64}H_{86-92}N_{14}O_{13}PCo.$$

Le cobalt, au taux de 4,5% de la molécule, avait déjà été mis en évidence en 1948, par SMITH.

FOLKERS d'une part, HOLLIDAY et PETROW d'autre part (Congrès Int. de Biochimie à Cambridge) ont démontré l'existence dans la Vit. B_{12} d'un noyau benziminazolique que l'on trouve également dans la riboflavine (Vit. B_2 B_{12}).

RELATIONS ENTRE LE FACTEUR A.P.F. ET LA VITAMINE B_{12}.

Au début, on a cru que le facteur A.P.F. et la Vit. B_{12} n'étaient qu'une seule et même chose. Par après, force fut d'attribuer au A.P.F. un caractère plus complexe. Il s'agit d'un groupe de facteurs, à fournir à des poussins nourris de blé et de farine de soja pour satisfaire leur croissance. La Vitamine B_{12} ne peut remplacer tous ces facteurs. Le A.P.F. contient, outre les composés à activité biologique B_{12}, d'autres constituants encore inconnus.

DOSAGE DE LA VITAMINE B_{12} ET SA RÉPARTITION DANS LA NATURE.

HOFFMANN et ses coll. (20) ont prouvé que la Vitamine B_{12} constitue un facteur de croissance pour certains microorganismes, notamment le « Lactobacillus [LEICHMANII] » ; il est donc possible de la doser par méthode microbiologique. Toutefois, il y a lieu de tenir compte de l'existence pour les micro-

organismes employés, d'autres combinaisons actives. C'est ainsi que la thymidine peut remplacer la Vitamine B_{12} pour le développement du Lactobacillus [LEICHMANII].

La luzerne, par exemple, montre une haute teneur en thymidine qui interfère donc avec la Vitamine B_{12} mais est détruite par les alcalis ; en réalité, elle ne possède pas d'activité B_{12}. Très vraisemblablement, la seule source de Vitamine B_{12} dans la nature, est-elle l'activité métabolique des microorganismes. Sa synthèse dans les tissus de plantes ou d'animaux supérieurs n'a pas été prouvée ; en revanche, on retrouve la Vitamine B_{12} dans les produits du métabolisme de très nombreuses espèces de bactéries et d'actinomycètes ; il semble bien que ni levures, ni moisissures ne la synthétisent (STOCKSTAD et coll.) (21), (RICKES et coll.) (22), (ANSBACHER et coll.) (23), (HALBROOK et coll.) (24).

La synthèse microbienne exclusive de la Vitamine B_{12} a été pourtant mise en doute, de par la découverte de traces de cet élément dans certains sols (CUNHA et coll.) (25) ou eaux stagnantes (ROBBINS et coll.) (26). ZUCKER M. et ZUCKER T. H. (27) font judicieusement remarquer que des organismes inférieurs comme des vers, tirent peut-être là, leur source de Vitamine B_{12}.

Les avis sont très partagés sur la question de savoir s'il existe dans l'herbe et d'autres plantes, des substances douées d'une activité comparable à la Vitamine B_{12}. Ainsi, en font foi les rapports publiés à ce sujet par HARTMAN (28), ZUCKER (29) et LEWIS (30).

Cette activité microbienne est incontestablement liée à la présence de désoxyribosides (BICKOFF et coll.) (31), (PEELER et coll.) (32) ; aussi, peut-on affirmer l'absence de preuves évidentes de l'existence de Vitamine B_{12} dans les aliments d'origine végétale.

SYNTHÈSE DE LA VITAMINE B_{12}.

Les ruminants, grâce à la disposition de leur tube digestif, doivent parvenir à couvrir leurs besoins. Les processus microbiologiques du rumen fournissent une notable quantité de vitamine B_{12} (ABELSON et coll.) (33).

Chez les autres herbivores, on peut supposer que la synthèse intestinale est insuffisante. Les foies des ruminants constituent une source importante de B_{12}, tandis que ceux des porcs en sont moins régulièrement pourvus (DEDICHEN) (34), (BRAUDE et coll.) (35).

ACTION DE LA VITAMINE B_{12} SUR LA CROISSANCE ET LE MÉTABOLISME PROTÉIQUE.

On admet généralement que les animaux nourris avec des rations à base de protéines végétales, ont besoin de Vitamines B_{12} et plus particulièrement quand le taux de protéines dépasse la normale.

EMERSON, WURTZ et ZANETTI (36) administrent à un groupe de rates, 5γ de B_{12} par jour, et cela dès leur fécondation jusqu'au moment de la mise bas.

A la naissance, aucune différence quant au volume et au poids des portées issues de mères ayant reçu une ration supplémentée ou non ; par contre, au sevrage, les jeunes nés de mères traitées à la Vitamine B_{12} ont un poids de 50% plus élevé que ceux provenant de mères non traitées.

Fait à signaler : ni l'un ni l'autre des 2 groupes ne reçoit de la Vitamine B_{12} pendant cette période. Le régime de base de ces rats contenait 60% de soja, dont la protéine est déficiente en certains acides aminés et privée du facteur des protéines animales.

HARTMAN et coll. (37) soumettant des rats à des régimes dont le taux protéique est de plus en plus élevé, trouvent que la Vitamine B_{12} est particulièrement efficace avec les régimes hyperprotéiques ; ce qui montre le rôle joué par cette vitamine, dans l'utilisation des protéines alimentaires.

ACTION DE LA VITAMINE B_{12} CHEZ LE PORC.

NEUMANN, JAMES, KRIDER et JOHNSON (38) rapportent qu'un concentré de Vitamine B_{12} administré au taux de 42γ par kg. de régime, à des porcelets nourris au « lait synthétique » améliore considérablement la croissance autant que l'hématopoïèse. Les sujets carencés en B_{12} extériorisent des signes nerveux (mouvements incoordonnés, irritabilité) et hématologiques (anémie).

D'autre part, RICHARDSON et coll. (39) ont décrit, chez des porcelets nés de mères soumises à un régime uniquement végétal, les symptômes de déficience en Vitamine B_{12} : soies rudes, dermite non spécifique ; exsudat autour des yeux ; irritabilité.

Dans une expérience réalisée sur des porcelets arrivés à l'époque du sevrage et recevant une ration végétale supplémentée en B_{12}, LUECKE et coll. (40) ont signalé une accélération de la croissance, mais une consommation plus grande de nourriture.

Bientôt, une autre découverte surgit des travaux de ALMQUIST et MERRIT (41) (GROSCHKE et EVANS) (42), (ATKINSON et COUCH) (43), (STOCKSTAD et JUKES) (44) démontrant que la croissance, chez les volailles du moins, est plus rapide lorsque la Vitamine B_{12} est administrée conjointement avec certains antibiotiques (streptomycine, auréomycine).

Dès lors, il était naturel que l'on se préoccupât du mode d'action de ces antibiotiques ; question loin d'être résolue actuellement bien qu'il soit possible de dégager dès maintenant quelques points importants. Ils agiraient sur la flore microbienne du tube digestif, en pratiquant une certaine sélection des microbes présents dans l'intestin : diminution du nombre des bactéries défavorables et indirectement concentration plus grande des bactéries favorables. L'élimination de ces bactéries défavorables qui doivent se nourrir aux dépens de leur hôte, pourra de la sorte, accélérer la croissance.

NOS RECHERCHES

Le but de notre expérience est d'étudier la répercussion de l'administration simultanée et par voie buccale, de la Vitamine B_{12} et de la pénicilline sur le rythme de croissance du porcelet.

Notre matériel expérimental comportait 20 porcelets prélevés dans 2 nichées, issues du même père et de 2 truies sœurs. Tous les sujets avaient exactement le même âge (7 semaines) et venaient d'être sevrés.

Cinq lots de 4 sujets furent constitués : le premier était soumis à un régime de base B, uniquement végétal, dosant 14,9% de protéine nette et dont la composition était la suivante : Farine d'orge : 54% ; Rebulet : 25% ; Farine de tourteau de soja : 20% ; Farine d'os : 1%.

Le lot n° 2 recevait le régime du lot n° 1, mais supplémenté en « Calpevit » (*), mélange de vit. B_{12} et de procaïne pénicilline (soit par 100 kg. d'aliments, 6 milligr. de B_{12} et 4 gr. de procaïne pénicilline).

Au lot n° 3, était réservé le régime du lot 1 additionné de vitamine B_{12} seulement (6 mlgr. par 100 kg. d'aliments) et au lot n° 4, le même régime B auquel était ajoutée la pénicilline (4 gr. par 100 kg. d'aliments) par conséquent sans Vitamine B_{12}.

Enfin, le lot n° 5 recevait une ration à base de protéine animale (farine de poisson) calculée de façon à équivaloir le régime B au double point de vue énergétique et protéique (aspect quantitatif).

En outre, un complément minéral constitué par : craie lavée : 83% ; chlorure de sodium : 13% ; sulfate de cuivre : 0,5% ; sulfate ferreux : 2,5%; chlorure de manganèse : 1%, était ajouté à la ration de tous les lots, dans la proportion de 600 gr. par 100 kg. d'aliments.

L'alimentation à la trémie, permettait une consommation « ad libitum ».

Les soins hygiéniques furent régulièrement observés, notamment 3 nettoyages quotidiens.

Les pesées furent hebdomadaires, effectuées à intervalles bien réguliers, (mêmes jours et mêmes heures).

L'expérience fut poursuivie jusqu'au moment où le poids moyen de 45 kgs fut atteint.

Au cours de cet essai se produisirent chez les sujets du dernier lot des accidents digestifs dont 2 mortalités. L'autopsie a montré des lésions de gastrite hémorragique, d'entérite diffuse et de dégénérescence du foie. Vu ces lésions et l'absence de germe spécifique de maladies contagieuses, nous avons diagnostiqué une intoxication alimentaire, due vraisemblablement à la farine de poisson. Les autres lots ne disposant pas de cet aliment, n'ont présenté aucun signe digestif particulier, et, au surplus, le changement de régime dans le lot

(*) Nous tenons à remercier vivement la firme « Continental Pharma », dépositaire de Merck et C° à Montréal, qui a mis gracieusement à notre disposition, des quantités suffisantes de Calpevit B_{12}.

Lot I. — Ration de base.

Date	14/9	21/9	28/9	5/10	12/10	19/10	26/10	2/11	9/11	16/11	Total
Poids du lot	71,9	76,25	87,80	99,20	113,20	127,20	138,65	152,40	167,70	185,45	
Gain de poids		4,35	11,55	11,40	14,00	14,00	11,45	13,75	15,30	17,75	113,55 kg.
Consommation		32,50	38,10	53,30	64,40	55,00	75,30	85,00	78,00	86,45	568,05 kg.

Gain moyen journalier : 450,6 gr. *Consommation par kg gagné* : 5,002 kg.

Lot II. — Ration de base + vit. B_{12} + penicilline.

Poids du lot	69,6	76,35	86,30	95,85	107,35	121,50	135,90	156,75	178,10	197,80	
Gain de poids		6,75	9,95	9,55	11,50	14,15	14,40	20,85	21,35	19,70	128,20 kg.
Consommation		32,60	40,20	47,80	57,20	65,50	78,00	75,00	69,90	91,40	557,60 kg.

Gain moyen journalier : 509,5 gr. *Consommation par kg. gagné* : 4,342 kg.

Lot III. — Ration de base + vit. B_{12}.

Poids du lot	67,8	72,75	82,60	92,45	100,95	111,40	124,00	139,90	160,60	180,90	
Gain de poids		4.95	9,85	9,85	8,50	10,45	12,60	15,90	20,70	20,30	113,10 kg.
Consommation		30,00	27,00	37,50	44,20	40,00	47,00	75,00	70,50	77,80	449,00 kg.

Gain moyen journalier : 448 gr. *Consommation par kg gagné* : 3.969 kg.

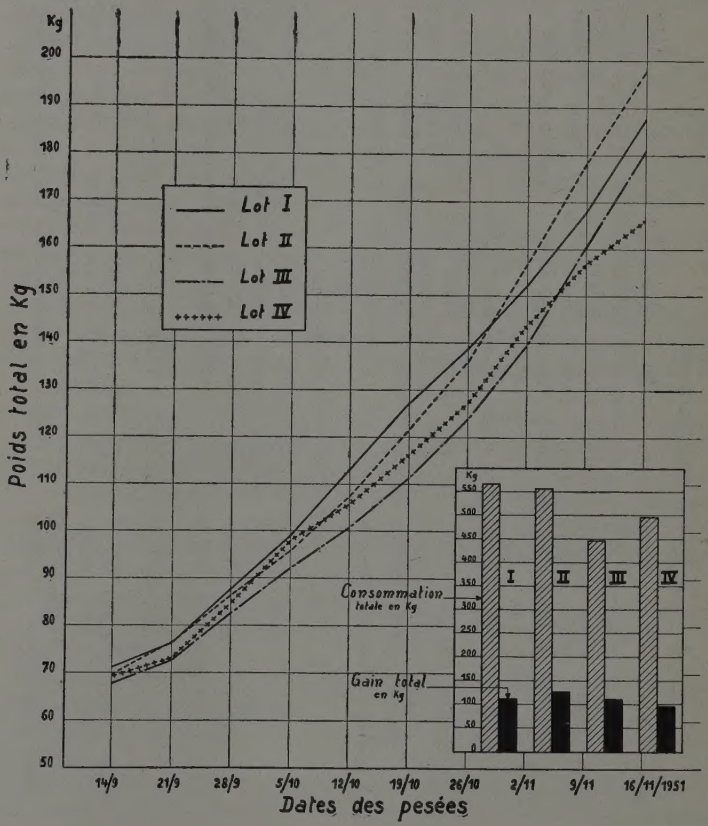
Lot IV. — Ration de base + penicilline.

Poids du lot	69,4	73,40	84,90	98,05	105,70	116,25	127,40	143,75	156,70	166,40	
Gain de poids		4,00	11,50	13,15	7,65	10,55	11,15	16,35	12,95	9,70	97,00 kg.
Consommation		34,70	40,00	50,80	53,00	50,60	52,50	74,00	70,00	71,15	496,75 kg.

Gain moyen journalier : 384 gr. *Consommation par kg gagné* : 5.121 kg.

atteint a suffi pour faire rétrocéder les troubles observés. Il ne sera donc pas tenu compte, circonstance regrettable, des animaux du 5^me lot, dans les résultats de l'expérience.

Le tableau donne la synthèse de nos observations.



COMMENTAIRES

1) Les sujets du lot n° 4 ont extériorisé des signes de dermite banale : peau foncée, légèrement croûteuse et soies ayant un aspect plus rude. Le changement de régime institué dès la fin de l'expérience a suffi pour faire disparaître ces symptômes banaux.

Rappelons que ces porcelets avaient reçu de la pénicilline, mais pas de Vita-

mine B_{12}. Cette observation nous incite à penser que l'administration par voie orale de pénicilline augmente les besoins en Vitamine B_{12}.

Nous devons à la vérité d'ajouter que les signes nerveux caractérisant la carence en B_{12} et signalés par NEUMANN et coll., par RICHARDSON et coll., n'ont pas été relevés chez nos sujets.

2) La consommation d'aliments (5,121 kg.) par kilo de croît est manifestement plus élevée chez les porcelets du lot 4 que chez les autres. Il semblerait qu'il y ait là une réaction instinctive des animaux carencés en un facteur, qui les pousse à chercher la Vitamine déficiente dans un supplément de consommation.

Les animaux du lot 2 qui recevaient le mélange de B_{12} et pénicilline consommèrent nettement moins (4,342) par kilo de croît ; en outre, leur gain moyen individuel et journalier (509 gr.) s'est montré nettement le meilleur. L'antibiotique a accéléré la croissance et, les besoins en B_{12} étant couverts, la consommation a été moins élevée.

Ce sont les porcelets du lot 3 dont la ration était supplémentée en B_{12} seulement qui consommèrent le moins (3,969 kg.) par kilo de croît, mais le gain moyen journalier de poids (448 gr.) est inférieur à celui du lot 2 et sensiblement égal à celui du lot témoin. Le besoin en Vitamine B_{12} n'est pas accru (pas de pénicilline) et les animaux ingèrent moins d'aliment par kilo de croît.

3) Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que les animaux du lot nº 1, disposant d'une ration exclusivement végétale, ont atteint facilement le poids de 45 kg., sans montrer de symptômes particuliers (ni osseux, ni digestifs, ni cutanés...), après avoir réalisé un gain moyen journalier de 450 gr. (comme le lot nº 3) et avoir exigé 5,002 kg. pour faire 1 kg de croît.

4) Le gain moyen journalier individuel du lot 1, témoin, est légèrement supérieur à celui du lot 3 ; les animaux du lot 1 ont été amenés à consommer plus pour essayer de trouver la Vitamine B_{12} qui leur fait défaut, mais cela à un degré toutefois moindre que dans le cas d'addition de pénicilline à la ration (lot 4). L'accroissement pondéral ne semble pas être strictement limité par la quantité présente de B_{12}, puisque le croît journalier moyen individuel du lot 1 fut à peu près équivalent à celui du lot 3 ; seule l'efficience de la nourriture paraît dépendre du taux de Vitamine B_{12} dans la ration.

RÉSUMÉ

Nous avons étudié la répercussion de l'administration par voie buccale de Vitamine B_{12} et de pénicilline (Calpevit B_{12}), sur le rythme de croissance de porcelets arrivés à l'époque du sevrage et soumis à une ration exclusivement végétale. L'expérience fut conduite jusqu'au moment où le poids moyen de 45 kg. fut atteint.

Pour les sujets ayant reçu les 2 facteurs, B_{12} et pénicilline, le croît moyen journalier est nettement plus élevé que celui relevé chez les sujets témoins et l'indice de consommation s'est avéré favorable.

Le régime végétal doit être nécessairement supplémenté en ces 2 éléments.

En effet, l'antibiotique seul augmente les besoins en Vitamine B_{12} et incite les animaux à consommer davantage, tout en réalisant des gains moyens quotidiens médiocres. D'autre part, la Vitamine B_{12} seule ne permet pas une croissance rapide. Le mélange Vitamine B_{12} + Pénicilline s'est révélé favorable pour la croissance des porcelets pesant de 20 à 45 kg.

PRINCIPAUX TRAVAUX CONSULTÉS

1. Rickes, E. L., Brink, N. G., Koniuszy, F. R., Wood, T. R., et Flokers, K. — *Science*, 1948, **107**, 396.
2. Lester Smith, E. — *Nature*, 1948, **161**, 638.
3. Nestler, R. B., Byerly, J. C., Ellis, N. R., Titus, H. W. — *Poultry Sci.*, 1936, **15**, 67.
4. Hammond, J. C. — *Poultry Sci.*, 1942, **51**, 554.
5. Rubin, M., Bird, H. R. et Rothchild, J. — *Poultry Sci.*, 1946, **25**, 526.
6. Bird, H. R., Rubin, M., Groschke, A. L. — *J. Biol. Chem.*, 1948, **174**, 611.
7. Robblee, A. R., Nichol, C. A., Gravens, W. W., Elvehjem, C. A., Halpin. — *J. Biol. Chem.*, 1948, **173**, 117.
8. Cary, C. A., Hartman, A. M., Dryden. L. P., Likely, G. D. — *Feder Procl.*, 1946, **5**, 128.
9. Zucker, M., Zucker, T. P. — *Arch. Biochem.*, 1948, **16**, 115.
10. Scheigert, B. S., Shaw, J. H., Phillips, R. H., Elvehjem, C. A. — *J. Nutr.*, 1945, **29**, 405.
11. Bosshardt, D. K., Paul, W. J., O'Doherty, K., Huff, J. X. et Barnes, R. H. — *J. Nutr.*, 1949, **37**, 25.
12. Jaffe, W. G., Elvehjem, C. A. — *J. Biol. Chem.*, 1947, **169**, 287.
13. Nichol, C. A., Robblee, A. R., Gravens, W. W., Elvehjem, C. A. — *J. Biol. Chem.*, 1947, **170**, 419.
14. Mapson, L. W. — *Bioch. J.*, 1932, **26**, 970.
15. Mapson, L. W. — *Bioch. J.*, 1933, **27**, 1061.
16. Hartman, A. M., Dryden, L. P., Cary, C. A. — *J. Biol. Chem.*, 1941, **140**.
17. Novak, A. F., Hauge, S. M. — *J. Biol. Chem.*, 1948, **174**, 235.
18. Pierce, J. V., Page, J. A. C., Stockstad, E. L. R., Jukes, T. H. — *J. Amer. Chem. Soc.*, 1949, **71**, 2952.
19. Brink N. G., Wolf D. E., Kaczka E., Rickes E. L., Koniuszy F. R., Wood T. R., Folkers K. J. — *Am. Chem. Soc.*, 1949, 71, 1874.
20. Hoffman C. E., Stockstad E. L. R., Franklin A. L., Jukes T. H. — *J. Biol. Chem.*, 1948, **176**, 1465.
21. Stockstad E. L. R., Page A. C., Pierce J., Franklin A. L., Heinle R. H., Jukes T. H., Epstein M., Wilsh A. D. — *J. Lab. Clin. Med.*, 1948, **33**, 860.
22. Rickes E. L., Brink N. G., Koniuszy F. R., Wood F. R., Folkers K. — *Science*, 1948, **108**, 364.

23. ANSBACHER S., HILL H. H., TIEMAN J. W., DOWNING J. F., CALDWELL J. H. — *Feder proc.*, 1949, **8**, 180.
24. HALBROOK E. R., CORDS F., WINTER A. R., SUTTON. — *J. Nutr.*, 1950, **41**, 555.
25. CUNHA T. J., BURNSIDE J. E., BUSHMAN O. M., GLASSCOCK R. S., PEARSON A. M., SHEALY A. L. — *Arch. Biochem.*, 1949, **23**, 324.
26. ROBBINS W. J., HERVEY A., STEBBINS M. G. — *Science*, 1950, **112**, 455.
27. ZUCKER M., ZUCKER T. H. — *Am. de Chem. Soc.*, 114th Meeting 32 C.
28. HARTMAN A. M., DRYDEN L. P., CARY C. A. — *J. Amer Detect. An.*, 1949, **25**, 929.
29. ZUCKER M., ZUCKER T. H. — *Arch. Biochem.*, 1948, **16**, 115.
30. LEWIS V. J., REGISTER V. D., THOMPSON H. T., ELVEJHEM. — *Proc. Soc. Exp. Biol.*, 1949, **72**, 479.
31. BICKOFF E. M., LIVINGSTON A. C., SNELL N. S. — *Arch. Biochem.*, 1950, **28**, 242.
32. PEELER H. T., MILLER R. F., CARLSON C. W., NORRIS L. C. — *Amer. Chem. Soc.*, 117th Meeting 167.
33. ABELSON P. H., DARBY H. H. — *Science*, 1949, **110**, 566.
34. DEDICHEN J. — *Lancet*, 1949, 369.
35. BRAUDE R., FREE A. A., PAGE J. E., SMITH E. — *Brit. J. Nutrit.*, 1949, **3**, 289.
36. EMERSON G. A., WURTZ E., ZANETTI H. E. — *Feder. Proc.*, 1949, **8**, 381.
37. HARTMAN A. M., DRYDEN L. P., CARY C. A. — *Arch. Biochem.*, 1949, **23**, 165.
38. NEUMANN A. L., JAMES M. F., KRIDER J. L., JOHNSON B. C. — *Feder. Proc.*, 1949, **8**, 391.
39. RICHARDSON, CATRON, UNDERKOFLER, MADDOCK, FRIEDLAND. — *J. Nutrit.*, 1951, **3**, 371.
40. LUECKE, Mc MILLEN, THORP, BONIECE. — *Science*, 1949, **110**, 139.
41. ALMQUIST H. J., MERRIT J. B. — *Poultry Sci.*, 1951, **2**, 312.
42. GROSCKE A. L., EVANS R. J. — *Poultry Sci.*, 1950, **4**, 616.
43. ATKINSON R. L., COUCH J. R. — *J. Nutrit.*, 1951, **44**, 249.
44. STOCKSTAD E. L. R., JUKES T. H. — *Poultry Sci.*, 1950, **4**,-611.

CHAIRE DE ZOOTECHNIE

La germination rapide des grains et leur valeur alimentaire

par L. Hennaux, A. Antoine et P. Seilleur.

La valeur des grains germés, pour l'affouragement de nos animaux domestiques est un problème qui, soulevé depuis longtemps déjà, n'a pas encore été sanctionné par une solution pleinement satisfaisante. On sait que la germination réalisée dans des armoires, dénommées souvent « armoires biologiques » et spécialement conçues pour permettre l'arrosage régulier des grains et le maintien d'une température optima, donne un aliment d'aspect fort engageant.

En outre, l'addition à ce grain, de très minimes quantités d'un mélange complexe, vraisemblablement à base d'éléments minéraux indispensables et d'hormones végétales (toutefois, nous ignorons la composition exacte de cette cette « spécialité ») permet de récolter, après un séjour dans le germoir, de cinq à six fois vingt-quatre heures, un véritable tapis de germes extrêmement vigoureux.

A ce moment, la longueur des tiges atteint un peu plus de 10 centimètres ; la couleur du fourrage varie du vert au jaune verdâtre suivant l'intensité lumineuse et son odeur est agréable. Il est donc bien naturel que, séduits à la vue de cet aliment frais et sapide, de nombreux éleveurs l'aient introduit dans la ration hivernale des animaux.

Nous rapportons, dans cette note préliminaire, les résultats des analyses effectuées dans nos laboratoires, en vue d'apprécier la valeur tant chimique que biologique des grains germés et en tirons quelques considérations pratiques.

Dans le tableau ci-dessous (I), figurent les déterminations réalisées sur 18 échantillons d'orge germée et 3 échantillons d'avoine germée, prélevés dans les bacs à la sortie du germoir, c'est-à-dire au moment où ils sont mis à la disposition des animaux. Ces grains proviennent de diverses régions du pays.

TABLEAU I. — ORGE GERMÉE (germe de 10 cm.)

Échantillons	Matières sèches	Protéine brute % de MS.	Protéine brute digestible % de MS.	Extrait éthéré % de MS.	Cendres % de MS.	Ca	P.	Extractifs non azotés % de MS.	Cellulose brute % de MS.
1.	17,95	10,44		1,8	4,15				13,16
	20,56	10,45		1,9	3,91				13,14
2.	14,97	12,21	9,78	2,35					11,66
	15,08	12,96	—	2,30					—
3.	13,83	13,36		2,97	3,21	0,125	0,41		11,73
	12,87	13,41		2,86	3,20				12,11
4.	16,05	13,59	9,86	3,76	3,85	0,092	0,48		14,36
	15,85	13,30	—	3,64	3,80				15,13
5.	18,71	11,75		2,77	2,99	0,33	0,54		13,3
	—	12,47		2,52	2,91				14,01
6.	16,14	12,66	11,29	3,01	2,83	0,42	0,62		12
	15,41	12,78	10,68	2,83	2,79	0,40	0,58		13,16
7.	16,61	12,36	10	2,72	2,87	0,44	0,56		12,43
	17,89	12,70	9,63	3,48	3,04				11,85
8.	20,68	11,82	10,21		2,83				11,33
	22,06	11,08	soit 80,09%		2,67				9,81
9.	25,12	11,14			3,00				11,5
	21,77	10,72			3,00				10,36
10.	15,53	12,22		3,26	4,14				14,2
	15,33	12,82	Digest	3,54	4,32				14,53
11.	29,12	10,78			2,81				8,33
	26,51	10,89	sur		2,85				7,83
12.	22,33	10,86			2,93				9,35
		10,70	Mouton		2,80				8,06
13.	22,58	10,37			2,85				10,33
	24,34	10,52	80,42%		2,87				10,80
14.	22,06	11,33							8,33
	26,61	11,10							—
15.	27,51	10,91			2,96				11,00
	19,77	10,94			2,80				11,16
16.	26,20	11,41			2,71				9,56
	26,12	12,00			2,68				9,98
17.	20,14	11,64			3,09				10,56
	20,98	10,77			3,01				11,73
18.		12,90		2,89					14,3
		12,98		2,92					13,6
Moyenne	20,07	11,79	9,46	2,78	3,00	0,301	0,503	71,81	11,61
			soit 80,26%					Cellulose pure :	10,62

TABLEAU I (*suite*). AVOINE GERMÉE.

Échantillons	Matières sèches	Protéine brute % de MS.	Protéine brute digestible % de MS.	Extrait éthéré % de MS.	Cendres % de MS.	Ca	P.	Extractifs non azotés % de MS.	Cellulose brute % de MS.	
									Brute	Pure
1.	24,93	13,20	9,38	3,81	3,63				18,83	16,22
		13,25		5,60					19,07	16,37
2.	25,41	12,50	8,90	5,39	3,77				15,95	14,44
3.	20,6	12,26	9,90	5,7	3,93				15,07	12,79
		12,42			3,90					
Moyenne	23,65	12,68	9,39	5,62	3,81			62,94	17,23	14,95

Dans la première colonne du tableau II dressé d'après nos analyses, nous trouvons la composition moyenne en grammes d'un kilo d'orge et dans la deuxième colonne, la composition de ce même kilo d'orge après germination ; même chose pour l'avoine dans les colonnes 3 et 4.

TABLEAU II.

	ORGE		AVOINE	
	1. Avant	2. après germination	3. Avant	4. après germination
Matière sèche	857	733,7	867	758,2
Protéines brutes	93,1	86,5	100,6	96,1
Protéines brutes digestibles	67,7	69,4	79,1	71,2
Extrait éthéré	19,7	20,4	42,5	42,6
Cellulose	43	77,9	105,7	113,4
Cendres	24,2	22	30,3	28,9
Extractifs non azotés	677	526,9	587,8	477,2

COMMENTAIRES.

Le taux de la matière sèche dans l'aliment germé frais varie notablement ; ainsi pour l'orge, le taux moyen est de 20,07 % avec des extrêmes atteignant 12,87 et 20,12 ; en fait la teneur en eau dépend du temps écoulé depuis le dernier arrosage.

La protéine brute digestible, appréciée d'abord par la méthode classique de la digestion « in vitro » par la pepsine chlorhydrique, a été fixée pour l'orge germée à 80,09 % de la protéine brute. Le coefficient de digestibilité de la même protéine, établi par voie biologique sur mouton castré a été de 80,42 %.

En adoptant la moyenne de 80,26 %, la protéine brute digestible peut être évaluée à 9,46 % de la matière sèche, soit 69,4 gr. par kilo d'orge germée, ce même kilo contenant avant germination 67,7 gr. de protéine brute digestible.

Le processus de germination entraîne une production de cellulose. Cette cellulose jeune, formée dans les tigelles et les radicelles, ne présente cependant pas, comme on aurait pu logiquement s'y attendre, un coefficient de digestibilité plus élevé, ainsi que l'a démontré péremptoirement l'essai sur mouton.

L'interprétation la plus probante de cette apparente anomalie est que la flore microbienne du rumen recherche préférentiellement les matières hydrocarbonées facilement attaquables, libérées par la germination, et délaisse ainsi la cellulose.

Le taux de cette cellulose dans l'orge est presque doublé, passant de 43 à 77,9 gr., par kilo d'orge mis à germer.

Mais c'est surtout sur les hydrates de carbone que l'action de la germination est le plus marquée. Un kilo d'orge renferme 677 grammes de matières hydrocarbonées ; ce même kilo après germination n'en contient plus que 526,9 gr., soit une perte de 150 gr. d'extractifs non azotés à coefficient de digestibilité remarquablement élevé.

Nous attribuons cette perte à plusieurs facteurs : dégradation de l'amidon par les enzymes de la germination ; lessivage des grains par les eaux d'arrosage ; respiration très active des plantules et transformation partielle en cellulose nouvelle.

Évaluation de la perte en matière sèche par la germination.

Dans le but de chiffrer l'importance des pertes en matière sèche, dues à la germination, nous avons placé dans le germoir, des petits bacs contenant une quantité connue de grains dont nous avons déterminé le taux de matière sèche ; le poids des bacs étant connu, il a suffi de sécher à l'étuve, bacs et produits germés pour connaître exactement le pourcentage des pertes en matière sèche.

Pertes en matière sèche par la germination.

Exprimées en % de la matière sèche de l'orge mise à germer.	*Exprimées en % de l'orge mise à germer.*
14,35	12,30
16,06	13,77
12,56	10,77
15,09	12,93
13,55	11,89
Moyenne : 14,32%	12,33%
Matière sèche de l'avoine mise à germer.	*Avoine mise à germer.*
12,38	10,41
12,86	11,28
12,63	10,96
Moyenne : 12,62%	10,88%

Tenant compte des analyses effectuées (voir tableau n° II), nous savons

que les pertes portent uniquement sur les extractifs non azotés. Pour 1.000 kg. d'orge soumise à la germination, la perte est de 150 kg. d'amidon ; l'accroissement enregistré en cellulose (35 kg.) dont le coefficient de digestibilité est faible, peut tout au plus compenser 10 kg. d'amidon. La perte nette en extractifs non azotés se situe donc aux environs de 140 kg., ce qui correspond à la valeur énergétique de 200 kg. d'orge.

De même pour l'avoine, la perte nette peut être fixée à 106 kg. d'extractifs non azotés, ce qui correspond à environ 155 kg. d'avoine.

Cette perte légèrement plus faible, constatée pour l'avoine par rapport à l'orge, est probablement due à une meilleure protection de l'amende contre le lessivage des produits de dégradation de l'amidon par les eaux d'arrosage.

Serrons la question de plus près et envisageons l'apport énergétique d'un kilo d'orge germé. Un kilo d'orge, dosant environ 85,7% de matière sèche, équivaut à une UF (unité fourragère).

Nous avons vu que le processus de germination provoque une perte en matière sèche de 12,33% ; il restera donc dans l'orge germée, 735,7 gr. de matière sèche, dont la valeur amidon, en nous basant sur les chiffres figurant dans le tableau II, peut être déterminée de la façon suivante :

Protéines	:	9,46 × 0,94	8,89
Lipides	:	2,78 × 2,12 × 0,6	3,54
Extractifs non azotés digestibles	:	71,81 × 1 × 0,83	59,60
Cellulose digestible	:	10,62 × 1 × 0,3	3,18
			75,21

Les chiffres 0,6 ; 0,83 ; 0,3 représentent respectivement les coefficients de digestibilité des matières grasses des extractifs non azotés et de la cellulose, coefficients vérifiés biologiquement. Par conséquent, un kilo d'orge germée ne vaut plus au point de vue énergétique que (0,7357 × 0,7521) = 0,551 unité amidon ou 0,551 × 1,43 = 0,789 unité fourragère.

En dépit des pertes considérables en valeur énergétique, il était permis de compter sur un apport important de vitamines, avec ce fourrage germé qui, sous divers angles, se rapproche de l'herbe jeune. C'est ce que nous avons voulu vérifier ; nous nous sommes toutefois limités à la détermination des taux de carotène (provitamine A) et de tocophérols (vitamine E).

Voici le principe de la méthode utilisée pour le dosage de ces deux éléments : extraction au Turmix avec un mélange Skellysolve-acétone ; évaporation sous vide et courant d'azote, puis reprise au Skellysolve pur ; chromatographie sur colonne de MgO + Hyflo Super Coll ; la portion colorée contenant le carotène et le tocophérol est évaporée à sec et reprise par 25 cc. de chloroforme ; lecture directe du carotène au Beckman à 463 M ; une fraction de la solution chloroformique est traitée par l'acide sulfurique en vue de détruire le carotène ; enfin dosage du tocophérol par la méthode d'Emmerie Engel dans la solution chloroformique privée du carotène.

Résultats.

En mlgrs par kg. produit vert.		*En mlgrs par kg de MS*	
Carotène	*Tocophérol*	*Carotène*	*Tocophérol*
0,600	8	2,9	39
0,400	6,250	2,2	34,4
0,700	7,450	3,2	34,5
0,450	6,450	2,2	32
Moyenne : 0,535	7,05	2,6	34,9

A titre de comparaison, nous signalons ici les résultats de dosages en carotène et tocophérol, effectués dans nos laboratoires sur quelques aliments d'été et d'hiver.

	Carotène en mlgrs par kg de MS	*Tocophérol en mlgrs par kg de MS*
Feuilles et collets de betteraves sucrières	56,500	87,500
Herbe jeune	221,800	98,300
Luzerne	156,640	146,370
Trèfle violet	243,500	125,000
Silage de feuilles et collets de betteraves sucrières	13,000	46,000
Bon silage d'herbe	148,600	64,030
Foin de luzerne de mauvaise qualité	5,600	29,900
Foin de prairie	8,500	41,600

Le grain germé s'avère donc excessivement pauvre en carotène ; même le mauvais foin de luzerne en contient davantage ; la teneur en tocophérols est également très faible ; seul, de tous les aliments envisagés, le mauvais foin de luzerne contient une quantité moindre de vitamine E.

CONCLUSIONS

Les résultats des dosages effectués sur des grains germés (avoine-orge) mettent en évidence une action nulle, voire défavorable, de la germination qui entraîne une perte d'une notable quantité d'énergie, perte nullement compensée par l'apport de vitamines.

On nous objectera sans doute que des résultats favorables ont été observés dans certaines exploitations utilisant cet aliment germé dans le rationnement du bétail.

Loin de nier cette action, nous sommes enclins à penser que, dans ces cas particuliers, l'alimentation était peut-être irrationnelle (rations trop sèches, peu appétées, insuffisantes).

De toute façon, pour apporter un jugement sur la valeur biologique de cet

aliment, il reste à étudier les répercussions de l'administration des grains germés sur les productions animales ; c'est ce que nous envisagerons partiellement du moins, dans un prochain travail : l'influence de l'avoine germée sur la lactation.

RÉSUMÉ

L'influence de la germination sur la composition chimique et la digestibilité des céréales a été étudiée.

Nous avons pu mettre en évidence une perte notable de matière sèche portant uniquement sur les extractifs non azotés. Par contre la quantité de cellulose s'est sensiblement accrue.

La teneur en vitamine E et en carotène ne s'est pas montrée accrue par la germination.

Nous avons conclu que la germination n'exerce aucune action favorable sur la composition des céréales et que la perte de valeur énergétique n'est compensée par aucun apport important de vitamines.

Les résultats favorables observés dans certains cas, l'ont été là où l'administration de grains germés a rétabli l'harmonie de rations auparavant mal équilibrées ou mal appétées.

Dans un prochain travail, nous étudierons l'influence de l'avoine germée sur la lactation et cela d'une manière pratique, c'est-à-dire à la ferme.

STATION DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

L'influence de l'alimentation sur la teneur du colostrum en vitamine A et en carotène

par L. Hennaux, A. Antoine et R. Lecomte.

L'exceptionnelle valeur du colostrum, dans l'alimentation du veau est unanimement reconnue ; le jeune animal trouve dans le premier aliment mis à sa disposition, outre les antitoxines qui contribuent à la défense de l'organisme contre les redoutables infections postnatales, des quantités appréciables de vitamine A, indispensable à sa survie.

Elles ne sont guère concordantes, les opinions des chercheurs, concernant la répercussion de la saison et donc de l'alimentation, sur la teneur du colostrum en vitamine A.

D'après Henry, Mouston et Kon (1), le régime du pâturage avant la mise bas, ne semble exercer aucune influence sur la teneur du colostrum en vitamine A ; par contre il augmente sensiblement le taux de carotène.

Pour Parrish, Wise, Atkeson et Hughes (2), ce même régime de la prairie, avant le part, entraîne une augmentation du taux de carotène et de vitamine A, dans le colostrum ; l'augmentation est toutefois plus marquée pour le carotène.

La même opinion est formulée par Reed (3).

Celle de Moore, Converse et Hall (4) est encore plus catégorique : la quantité de vitamine A présente dans le colostrum, varie suivant l'importance du ravitaillement en carotène, de la vache ; ainsi les bêtes bénéficiant du régime de la prairie, produisent un lait colostral, jusqu'à douze fois plus riche en vitamine A que celui sécrété par des animaux nourris au foin.

En vue de comparer les différences du pouvoir vitaminique A du colostrum, dues à la saison, Kramer, Bair, Kunerth et Riddell, cités par Cordiez (5), ont suivi quatre vaches dont deux étaient soumises avant le vélage, au régime d'hiver tandis que les deux autres disposaient en plus de la même ration, du régime du pâturage pendant 40 et 50 jours avant la mise bas. Le pouvoir vitaminique A du produit de sécrétion des animaux recevant le supplément s'éle-

TABLEAU

TENEUR EN CAROTÈNE ET EN

Teneur en carotène en γ/litre.

N°	*Date de vêlage*	1er jour	2e jour	3e jour	5e jour	7e jour	9e jour
1	15/12/50	548	1.116	264	133	117	153,6
2	30/ 1/51	496	650	105	90	124	—
3	4/ 2/51	—	—	358	68	63	31
4	4/ 2/51	216	—	166	68	105	—
5	8/ 2/51	512	494	173	121	122	113
6	17/ 2/51	964	666	438	82	94	—
7	19/ 2/51	175	109	93,5	54	33	40
8	23/ 2/51	946	118	87	—	52	28
9	26/ 2/51	475	137	132	116	69,5	50
10	15/ 3/51	329	316	284	168	117	41
11	28/ 3/51	—	284	123	94,5	80,5	82,5
12	27/ 3/51	274	282	115	82,5	68	79
13	6/ 4/51	1.000	192,5	210	96,5	83	87
14	17/ 4/51	570	230	200	160	152	—
15	10/ 6/51	—	—	988	521	408	—
16	15/ 6/51	1.284	1.508	512	385	296	314
17	30/ 6/51	1.830	1.264	698	466	294	280
18	1/ 7/51	1.944	1.244	552	476	316	—
19	11/ 7/51	3.848	2.328	962	197	150	126
20	10/ 9/51	3.490	1.312,5	784	371	301	—
21	30/ 9/51	5.800	2.100	1.068	167	117	192
22	16/10/51	9.390	1.188	1.104	1.244	666	517
23	9/11/51	2.886	746	435	514	244	240
24	13/11/51	1.500	1.032	858	584	—	—

vait à 25,41 et 27,56 UI par gramme de matière grasse pour le premier jour et 12,27 et 10,27 UI le deuxième jour ; celui des vaches ne recevant pas de supplément était de 16, 20 et 18, 10 UI le premier jour et de 8,08 et 20,41 UI le deuxième jour.

SPIELMANN, THOMAS, LOOSLI, WHITING, NORTON et TURK (6) ont signalé que des vaches ayant reçu un supplément de carotène, sécrétaient un colostrum dont la teneur en carotène était manifestement plus élevée que celle relevée dans les groupes n'ayant pas disposé de ce régime ; quant au taux de vitamine A, il n'était pas modifié.

Par contre, dans une autre expérience réalisée par certains des auteurs précités (EATON, SPIELMAN, LOOSLI, THOMAS, NORTON et TURK) (7), il est rapporté, sans que le fait soit pris réellement en considération, que le colostrum d'hiver contient par livre 254 γ de carotène et 1143 γ de vitamine A alors que celui d'été dosait par livre 528 γ de carotène et 504 γ de vitamine A.

N° 1

VITAMINE A DANS LE COLOSTRUM.

Teneur en vitamine A en γ/litre.

1er jour	2e jour	3e jour	5e jour	7e jour	9e jour
366	1.600	333	167	150	150
1.600	1.800	467	233	217	—
—	—	1.067	434	—	167
683	—	—	234	467	—
1.584	934	417	167	167	234
4.134	2.434	1.417	267	334	—
567	534	467	400	234	167
5.334	800	567	—	200	117
2.767	800	767	567	200	167
567	567	567	334	200	200
—	1.200	250	317	250	258
1.600	1.317	534	467	242	184
2.167	567	434	317	283	24
1.267	700	458	384	467	—
—	—	234	117	117	—
0	0	267	127	150	134
934	734	617	400	150	134
1.600	683	317	150	134	—
8.534	4.534	1.134	250	200	183
0	333	500	417	308	—
0	0	333	828	463	469
1.913	265	400	150	183,5	83
1.900	300	233	433	283	—
750	1.400	933	417	—	—

RECHERCHES PERSONNELLES.

La vitamine A et le carotène ont été dosés dans le colostrum sécrété par 24 vaches. En principe, 6 déterminations de vitamine A et de carotène furent effectuées pour chaque lait colostral, respectivement les 1er, 2e, 3e, 5e, 7e et 9e jours qui suivaient l'accouchement.

Au total, nous avons fait exactement 253 analyses. Les résultats ont été consignés dans le tableau n° 1.

Voici la méthode utilisée : extraction par le mélange éther sulfurique et éther de pétrole, sur 100 cc. de lait ; évaporation sous vide et sous azote, saponification à la potasse alcoolique ; extraction à l'éther sulfurique déperoxydé ; évaporation sous vide et courant d'azote, reprise au chloroforme ; mesure directe du carotène au spectrophotomètre Beckman ; dosage de la vitamine A par la technique de Carr-Price, au photomètre Meunier.

Les résultats sont exprimés en γ/litre.

Les dates de vêlages sont mentionnées dans la deuxième colonne (Tableau I). Quatorze vaches (1 à 14) vêlèrent au cours de la période de stabulation hivernale ; pour les dix dernières (n° 15 à 24) la mise bas eut lieu pendant les mois d'été.

Les premières recevaient une ration uniforme composée de silage à base de pulpes, feuilles et collets de betteraves ; foin de prairie ; betteraves fourragères et avoine.

Le tableau n° 2 basé sur nos analyses, indique l'apport en carotène de ce régime.

Nature des Aliments	Quantité en kg.	Carotène en γ /kg.	Quantité totale de carotène en γ
Silage	40	2.125	85.000
Foin	5	7.730	38.650
Betteraves	25	150	3.750
Avoine	2	845	1.690
		TOTAL	129.090

Pour les vaches séjournant à la prairie avant la mise bas, en supposant qu'elles ingèrent par jour 60 kg. d'herbe dont la teneur en carotène peut être évaluée en moyenne à 45.000 γ par kg, l'apport quotidien de carotène peut se chiffrer par 2.700.000 γ ; soit vingt fois plus de carotène dans le régime d'été que dans celui d'hiver.

Dans le tableau n° 3, sont enregistrés les résultats moyens des taux en carotène et en vitamine A dans le lait colostral d'hiver d'une part et celui d'été d'autre part. Nous faisons remarquer que nous n'avons pas tenu compte en dressant ces moyennes, de la vache n° 19 à laquelle de la vitamine A sous forme de concentré avait été administrée pendant les 2 derniers mois de la gestation.

TABLEAU N° 3 : RÉSULTATS MOYENS EN γ /LITRE.

	Colostrum d'hiver		Colostrum d'été	
	Vit. A.	Carotène.	Vit. A.	Carotène
1^er jour	1.882	542	887	3.522
2^e jour	1.104	383	464	1.413
3^e jour	596	196	426	796
5^e jour	329	103	337	492
7^e jour	262	91	223	310
9^e jour	188	70	205	278

CONSIDÉRATIONS.

1) Le colostrum d'été s'est révélé environ cinq fois plus riche en carotène que celui d'hiver. Cette teneur en carotène n'est évidemment pas proportionnelle à la quantité de carotène ingéré (vingt fois plus de carotène dans le régime d'été).

2) La teneur moyenne en vitamine A du colostrum d'hiver, tout au moins celui sécrété pendant les premiers jours qui suivent la mise bas, est 2 fois plus élevée que celle du colostrum d'été. A partir du cinquième jour, les taux sont sensiblement équivalents.

Trois échantillons de lait colostral d'été se montrèrent dépourvus de vitamine A le premier jour après l'accouchement et deux d'entre eux n'en contenaient pas encore le deuxième jour.

Les réserves hépatiques du veau nouveau-né en vitamine A sont habituellement très faibles quel que soit le régime administré à la mère au cours de la gestation. D'autre part, le jeune veau serait incapable jusqu'à l'âge de 15 jours, d'assurer la conversion du carotène en vitamine A (8). Il doit donc exister un mécanisme physiologique qui préside au passage de cette vitamine dans le colostrum d'hiver. C'est pendant cette saison en effet, que la morbidité est particulièrement sévère ; d'aucuns estiment, pour d'excellentes raisons d'ailleurs, que l'insuffisance du ravitaillement en Vitamine A est responsable du taux élevé de mortalités se produisant durant l'hiver et le début du printemps.

Le colostrum d'hiver, source importante de Vitamine A, assurera au veau la couverture de ses besoins et l'excès sera stocké et utilisé éventuellement pendant les semaines critiques qui se situent au moment où le jeune sujet commence à ingérer du foin.

Cette étude nous suggère une réflexion digne d'être signalée ici : l'organisme animal est un tout indissociable dont le fonctionnement normal est conditionné par une série de mécanismes régulateurs (d'ordre ionique, endocrinien, alimentaire, neurovégétatif, etc...) qui entreront en jeu dès qu'il y aura menace de perturbations organiques ou de bouleversements humoraux.

Ainsi devons-nous comprendre cette hausse particulière de la teneur en Vitamine A du colostrum d'hiver, saison durant laquelle les besoins du veau doivent être particulièrement élevés.

RÉSUMÉ

L'influence de l'alimentation sur la teneur du colostrum en Vitamine A et en Carotène a été étudiée dans ce travail. Tous les auteurs sont d'accord pour reconnaître la valeur exceptionnelle de ce premier aliment (richesse en Vitamines et en antitoxines). Vitamine A et Carotène ont été dosés dans le colostrum sécrété par 24 vaches dont 14 mirent bas durant la période de stabulation hivernale et 10 pendant l'été.

En principe, 6 déterminations de Vitamine A et de carotène furent effectuées pour chaque lait colostral, respectivement les 1er, 2^{e}, 3^{e}, 5^{e}, 7^{e} et 9^{e} jours.

Le régime d'été apportait environ 20 fois plus de carotène que celui d'hiver.

Nous avons constaté que le colostrum d'hiver était plus riche en Vitamine A que celui d'été et surtout dans les premiers jours ; par contre, le colostrum d'été contient toujours plus de carotène.

L'exportation de Vitamine A et de carotène, par le colostrum, serait prati-

quement indépendante de la quantité de carotène ingérée, mais on peut penser qu'il existe un facteur non défini qui provoque l'élévation du taux de Vitamine A en hiver au moment où les jeunes animaux en ont le besoin maximum.

BIBLIOGRAPHIE

1. Henry, K. M., Houston, J. et Kon S. K. — *Journ. Dairy Sci.*, 1940, **11**, 1.
2. Parrish, D. B., Wise, G. H., Atkeson, F. W. et Hughes, J. S. — *Journ. Dairy Sci.*, 1949, **32**, 209.
3. Reed, O. E. — *Agric. Res. Adm.*, 1944, **14**.
4. Moore, L. A., Converse, H. T. et Hall, S. R. — *Science in Farming*, 1947.
5. Cordiez, E. — *Ann. Med. Vét.*, 1950, **1**, 19.
6. Spielman, A. A., Thomas, J. K., Whiting, F., Norton, C. L. et Turk, K. L. — *Journ. Dairy Sci.*, 1947, **30**, 343.
7. Eaton, H. D., Spielman, A. A., Loosli, J. K., Thomas, J. W., Norton, E. L. et Turk, K. L. — *Journ. Dairy Sci.*, 1947, **30**, 795.
8. Lundquist, N. S. et Phillips, P. H. — *Journ. Dairy Sci.*, 1943, **26**,1023.

STATION DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

La castration hormonale des coquelets

par L. Hennaux et J. M. Henius.

Le chaponnage est pratiqué dans le but d'obtenir des sujets asexués qui, s'engraissant plus facilement, grâce à la disparition de l'instinct génésique, consécutive à l'intervention, produisent une chair plus savoureuse et plus fine.

En raison de la situation intraabdominale des testicules, chez le coquelet, l'opération présente parfois certaines complications et notamment des hémorragies. En vue de les éviter, on a imaginé un nouvel appareillage permettant d'opérer plus sûrement et plus rapidement ; il est constitué d'un cautère électrique pour pratiquer l'incision de la peau et des muscles immédiatement en arrière de la dernière côte et d'une pince cautère électrique terminée par un filament qui peut être porté au rouge, de façon à sectionner le pédicule testiculaire, sans trace d'écoulement sanguin.

Malgré cette amélioration apportée à la technique opératoire, la castration « clinique » a perdu du terrain ; en effet, elle est fréquemment suivie d'une période d'inappétence partielle, due, sans doute, au choc opératoire et entraînant une perte temporaire de poids.

Par contre, la castration « hormonale » gagne de plus en plus la faveur des praticiens ; elle est d'exécution facile et ne comporte aucun risque ; en outre, il s'agit d'une méthode axée sur des bases physiologiques, consistant à inhiber le fonctionnement des glandes génitales mâles par l'utilisation des hormones femelles œstrogènes, antagonistes.

Les œstrogènes de synthèse.

Cette dénomination comprend aussi bien les produits naturels obtenus par synthèse que les produits dits « artificiels » dont la structure peut être fort différente des substances excrétées par l'ovaire mais qui présentent la fonction œstrogène, c'est-à-dire le pouvoir de donner aux organes féminins, leur structure végétative adulte (1), en d'autres termes la faculté de déclencher le cycle œstral. C'est à Dodds et ses collaborateurs que l'on doit la préparation des œstrogènes artificiels, beaucoup moins coûteux que les hormones extractives naturelles.

Les travaux de BUTENANDT avaient démontré la présence constante dans les substances œstrogènes, du noyau phénanthrénique. DODDS s'attacha alors à rechercher quelle était la partie de la molécule qui conférait ce pouvoir œstrogène. Il utilisait à cet effet, le test d'ALLEN et DOISY, à savoir les modifications des cellules vaginales chez les souris et les rates. Il découvrit ainsi une série d'hydrocarbures cycliques, se révélant actifs chez 30% environ des animaux traités. Entre-temps, il avait été constaté que de tels corps (1-2 benzopyrène ; 5-6 cyclopento, 1-2 benzathracène), chimiquement distincts, bien que voisins des folliculines, se montraient cancérigènes ; cette action curieuse et imprévue fut le point de départ d'une série impressionnante de travaux, concernant l'action favorisante de ces produits, sur l'apparition des cancers expérimentaux.

Poursuivant ses recherches, DODDS, après avoir identifié un hydrocarbure phénanthrénique beaucoup plus actif : le Dipropyldiol, montra bientôt qu'une substance pouvait parfaitement manifester une fonction œstrogène sans pour cela posséder le noyau phénanthrénique (2).

Imprégné de cette idée, il étudia tout particulièrement les dérivés du diphényle et explora surtout le pouvoir œstrogène des dérivés du Stilbène, résultant de la combinaison de l'éthylène et du diphényle. L'introduction des deux fonctions hydroxyles dans la formule du Stilbène s'avéra intéressante puisque le pouvoir œstrogène fut fortement accru (le dihydroxystilbène est actif dans pratiquement 100 % des cas) ; finalement, la dernière étape fut franchie lorsque le même DODDS eut préparé un nouveau dérivé : le dihydroxyliéthylstilbène, appelé « Stilbœstrol », corps communément utilisé aujourd'hui.

COMMENT UTILISER LES ŒSTROGÈNES DE SYNTHÈSE ?

JAAP et THAYER (3) ; THAYER, JAAP et PERQUITE (4) ont montré que l'addition de stilbœstrol à la ration des poussins était relativement inefficace, mais que le 3-4 dianisylhexène administré à la dose de 40 à 50 mg. par livre de nourriture améliorait la qualité de la viande ainsi que le dépôt de graisse.

D'autre part, SYKES, DAVIDSON et BARRETT (5) ont signalé que l'ingestion quotidienne de 1 mg. de Stilbœstrol améliore sensiblement la valeur marchande de la volaille. Cependant, comme le traitement hormonal, par voie buccale nécessite l'introduction de fortes quantités d'hormones qui seront en partie détruites dans le tractus digestif, il est logique que, pour éviter cet écueil, on ait recherché une autre voie d'introduction des hormones ; c'est ainsi que la technique des implantations a vu le jour et a progressivement obtenu le succès qu'on lui connaît actuellement. Déjà, en 1937, DEANESLEY et PARKES (6) firent observer qu'un comprimé d'œstrone, inséré sous la peau, conservait son efficacité physiologique pendant plusieurs mois.

Bien entendu, un certain taux d'hormones (dose seuil) est nécessaire ; mais l'intérêt incontestable que présente cette méthode est la résorption lente et

progressive des cristaux implantés, ce qui assure un débit continu et suffisant de produit œstrogène.

En 1945, LORENZ (7 et 8) faisait très justement remarquer que l'administration d'œstrogènes par voie orale chez le poulet, est bien moins efficiente que par la méthode des implantations. DETWILER, ANDREWS et BOHREN (9) expérimentant sur 2 lots de poulets, rapportent que les gains moyens de poids étaient de 836,5 gr. pour les sujets ayant reçu un implant de stilbœstrol et de 707,3 gr. pour les témoins.

NOS ESSAIS.

Nous disposons de 32 coquelets de race Rhode Island Red, âgés de 10 semaines et divisés en 2 groupes égaux. Dans le groupe I se trouvent les sujets témoins ; l'autre groupe, à l'âge de 11 semaines, a reçu une implantation de 12 mg. de Stilbœstrol, par voie sous-cutanée, derrière l'oreillon. La technique est extrêmement simple : un petit trocart, à l'intérieur duquel nous avons glissé le comprimé (pellet), est introduit sous la peau, à l'endroit d'élection ; il suffit alors de chasser le « pellet » dans le tissu cellulaire sous-cutané, en utilisant un mandrin.

La ration, identique pour les 2 lots, était constituée comme suit : farine d'orge : 35 ; farine de sarrasin : 30 ; farine de manioc : 30 et farine de viande : 5.

Les coquelets furent pesés chaque semaine et sacrifiés à l'âge de 18 semaines.

Nous avons noté dans le tableau ci-contre, les poids moyens par groupe et les gains de poids moyens par semaine :

	TÉMOINS		SUJETS AYANT REÇU LE STILBOESTROL	
Age en semaines	Poids moyen (kg.)	Gains de poids moyens par semaine (kg.)	Poids moyen (kg.)	Gains de poids moyens par semaine (kg.)
11	1.161		1.161	
		0,045		0,192
12	1,206		1,353	
		0,259		0,234
13	1,465		1,587	
		0,191		0,341
14	1,656		1,928	
		0,131		0,118
15	1,787		2,046	
		0,199		0,221
16	1,986		2,267	
		0,148		0,218
17	2,134		2,485	
		0,060		0,068
18	2,194		2,553	

Commentaires.

Le gain total des sujets traités a été de 1.392 kg ; celui des témoins 1,033 kg.

A l'autopsie, la carcasse des sujets ayant reçu l'implant, présentait une valeur marchande nettement supérieure à celle des témoins. Leurs testicules étaient considérablement atrophiés (15 à 20 fois plus petits que ceux des témoins). Faisons toutefois remarquer ici que la neutralisation sexuelle obtenue ne serait que temporaire ; en effet, le poulet, s'il n'avait pas été sacrifié, aurait pu récupérer les attributs sexuels mâles, après résorption totale de l'implant. D'autre part, l'indice de consommation est sensiblement le même dans les 2 lots. Enfin, nous avons recherché la teneur en protéine brute et en matières grasses des muscles. Voici les résultats :

	Protéine %	Matières grasses %
Témoins	20,7	2,38
Sujets traités au Stilboestrol	21,24	2,94

Si nous comparons nos chiffres à ceux apportés par Detwiler à Andrews et Bohren, nous constatons que ceux-ci signalent 18,9 % de protéine pour les témoins et 17,4 % pour les sujets traités, et 11,9 % de matières grasses pour les premiers contre 16,9 pour ceux traités au Stilbœstrol. Ces auteurs ont fait leurs dosages sur l'ensemble de la carcasse comestible tandis que nous avons opéré sur le tissu musculaire seulement.

La question de la consommation de la viande.

La question de la toxicité de la chair des poulets castrés par les œstrogènes fait l'objet de nombreuses discussions.

Bird, Pugsley et Klotz (10) prétendent que l'ingestion quotidienne durant 12 jours, par des femmes ménopausiques, de chair ou de foie de poulet ainsi traité, peut provoquer des modifications vaginales caractéristiques d'une action œstrogène. Disons d'emblée que ces conditions d'alimentation doivent être absolument exceptionnelles ; il n'empêche que la méthode de la castration hormonale reste interdite au Canada. Nous pensons qu'il y a là exagération, et cela pour plusieurs raisons : avant tout, la plus grande partie des œstrogènes administrés aux oiseaux est éliminée par les fientes ; en outre, ainsi que l'ont d'ailleurs signalé Bird et ses collaborateurs, la teneur du tissu musculaire en substances actives est très faible, contrairement à ce qui se passe pour le foie, le tissu adipeux et la peau.

Nature du tissu	*Quantité de ce tissu (gr.)*	*Quantité d'oestrogènes en γ.*
Muscle	100	43- 125
Peau	100	260-2460
Foie	100	250- 770
Tissu adipeux	100	190-5000

De toute façon, pour éviter tout danger éventuel, il suffirait de s'inspirer des principes préconisés par COLOMBEL (11) : castrer assez jeunes les coquelets pour diminuer la dose de substance active nécessaire ; convenir d'un lieu fixe pour l'implantation du « pellet » et énucléer cette zône au moment de l'abatage.

RÉSUMÉ

La castration « hormonale » du coquelet se réalise par implantation d'un « pellet » de stilbœstrol ; cette méthode permet une résorption lente et progressive des cristaux implantés, ce qui assure un débit continu et suffisant de produit œstrogène. La neutralisation sexuelle temporaire, ainsi obtenue, permet un engraissement rapide ; l'indice de consommation n'est pas modifié par rapport aux témoins et la viande est d'excellente qualité.

La question de la toxicité de la chair des poulets castrés par les œstrogènes fait l'objet de nombreuses discussions. Le tissu musculaire est pourtant pauvre en substances actives contrairement à ce qui se passe pour le foie, le tissu adipeux et la peau.

Nous croyons que tout danger peut être évité si l'on prend la précaution d'énucléer la zone d'implantation, au moment de l'abatage.

BIBLIOGRAPHIE

1. SCHOCKAERT et FERIN. — *Brux. Médic.*, 4 février 1940.
2. DAUBRESSE, E., DODDS, E. C., SCRIBE, H., BECLERE, C., PEETERS, J. — Le Stilbœstrol.
3. JAAP, R. G., et THAYER, R. H. — *Poultry Sci.*, 1944, **3**, 249.
4. THAYER, R., JAAP, R. G. et PERQUITE. — *Poultry Sci.*, 1945, **6**, 483.
5. SYKES, J. F., DAVIDSON, J. A. et BARRET, F. N. — *Poultry Sci.*, 1945, **6**, 542.
6. DEANESLEY et PARKES. — *Laneet*, 10 sept. 1938, 606.
7. LORENZ, F. W., — *Poultry Sci.*, 1943, **2**, 190.
8. LORENZ, F. W. — *Poultry Sci.*, 1945, **2**, 128.
9. DETWILER, R. W., ANDREWS, F. N. et BOHREN, B. B. — *Poultry Sci.*, 1950, **4**, 513.
10. BIRD, PUGSLEY et KLOTZ. — *Endocrin.*, 1947, **41**, 282.
11. COLOMBEL, J. — *Rec. Med. Vét.*, 1950, **2**, 100.

CHAIRE DE CHIMIE ANALYTIQUE

Influence de la qualité du jaune thiazol sur la détermination colorimétrique du magnésium

par P. H. Martens.

Le jaune thiazol, jaune de titane ou jaune Clayton

a fourni à de nombreux expérimentateurs (*) des résultats prometteurs pour le dosage de la magnésie dans le matériel végétal.

La technique du dosage est basée sur la formation d'une laque rouge, provoquée par l'adsorption du colorant sur l'hydrate de magnésium. Pour être adapté aux nécessités de l'analyse colorimétrique, cette laque doit être maintenue aussi parfaitement que possible en suspension et doit garder sa coloration ; ce qui implique l'emploi d'un peptiseur (empois d'amidon, gomme arabique ou gomme gutte) et d'un stabilisateur (chlorhydrate d'hydroxylamine).

Comme notre collection contenait des échantillons de jaune thiazol d'origines diverses, nous avons voulu rechercher l'influence de la provenance du réactif sur la mesure de la coloration.

Matériel utilisé.

a. Échantillons de jaunes thiazols :

1. Titangelb Merck, n° 1307.
2. Titangelb für Tüpfelanalyse Riedel-de Haen, n° 3152.

(*) F. J. Welcher : Organic analytical reagents. Van Nostrand Co., New-York 1949.
E. E. Ludwig et C. R. Johnson : *Anal. chem.*, 14-895-(1942).
M. Drosdoff et C. D. Nearpass : *Anal. chem.*, 20-673-(1948).
A. J. Stergess et W. H. McIntire : *Anal. chem.*, 22-351-(1950).

3. Titangelb GRUBLER à Leipsig.
4. Clayton Yellow EIMER and AMEND, nº C 367.
5. Jaune de Thiazole GEYGY, nº 98893.
6. Titan Yellow B.D.H., nº 401988-490218.
7. Clayton Yellow HARLECO, nº 813.
8. Titan Yellow EASTMAN-KODAK, nº P 4454.

b. Spectrophotomètre Universel de COLEMAN avec cuvettes carrée de 14 mm.

MODE OPÉRATOIRE.

a. Préparation des réactifs.

1. Solution de jaune thiazol. On dissout 0,2 gr. de jaune thiazol dans environ 75 cc. d'eau tiède ; après refroidissement on porte le volume à 100 cc.

2. Solution magnésienne. On dissout 6,1133 gr. de sulfate de magnésium pur ($MgSO^4.7H^2O$) dans un litre d'eau : 1 cc. correspond à 1 mgr. de MgO.

De cette solution on prélève 100 cc. qu'on porte à un litre : 1 cc. correspond à 0,1 mgr. MgO.

3. Solution de nitrate de calcium. On dissout 12 gr. de nitrate de calcium pur cristallisé dans un litre d'eau.

4. Solution d'empois d'amidon. Dans 700 cc. d'eau bouillante, on verse lentement en agitant 250 cc. d'une suspension contenant 10 gr. d'amidon soluble ; on laisse refroidir.

5. Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine. On dissout 10 gr. d'hydroxylamine crist. dans un litre d'eau.

6. Solution de soude caustique. On dissout 80 gr. de soude caustique pure p. a. en cubes ou en pastilles dans un peu d'eau ; on porte le volume à un litre.

b. Mode opératoire.

Dans une série de ballons jaugés de 100 cc. on introduit successivement un volume mesuré de solution magnésienne, correspondant à un maximum de 2 mgr. de MgO ; on ajoute de l'eau pour faire environ 50 cc ; puis 2,5 cc. de jaune thiazol, 10 cc. de nitrate de calcium, 10 cc. d'empois d'amidon, 10 cc. de chlorhydrate d'hydroxylamine et enfin 10 cc. de soude caustique en prenant soin d'agiter le liquide pendant cette alcalinisation. On porte enfin le liquide à 100 cc. avec de l'eau, agite et examine au colorimètre.

RÉSULTATS OBTENUS.

Les courbes d'absorption des solutions préparées au moyen des seuls réactifs d'une part, et d'autre part de solutions contenant 2 mgr. de MgO dans 100 cc. permettent de classer les jaunes thiazols en deux groupes.

Le premier contient les produits de MERCK, RIEDEL-DE HAEN et de GRUBLER ; l'allure des courbes montre nettement la présence d'un point isobestique à la longueur d'onde de 453 mμ (voir Fig. 1).

Le second groupe contient les jaunes de EIMER and AMEND, GEIGY, BRITISH DRUG HOUSES, HARLECO et EASTMAN-KODAK. Les courbes ne montrent pas la présence nette d'un point isobestique, mais une zone de chevauchement assez large. (Voir Fig. 2).

Dans tous les cas, les mesures effectuées en prenant comme solution de comparaison, celles qui ne contiennent pas de magnésie fournissent une courbe régulière, représentée en traits interrompus dans les graphiques I et II :

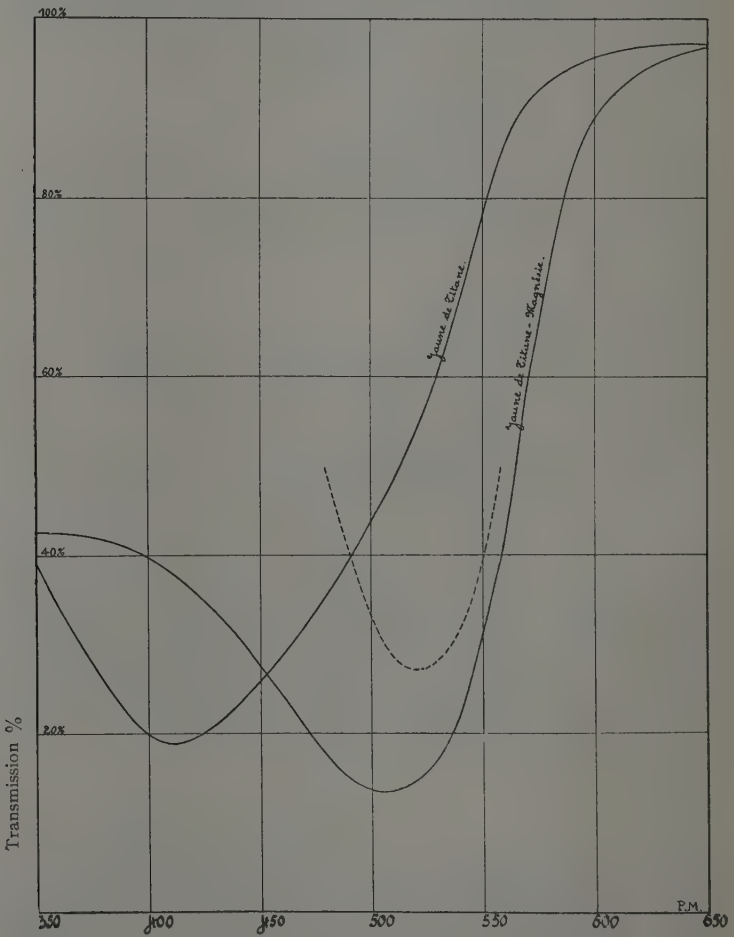


FIG. 1. — Courbes d'absorption Titan gelb de Merck.

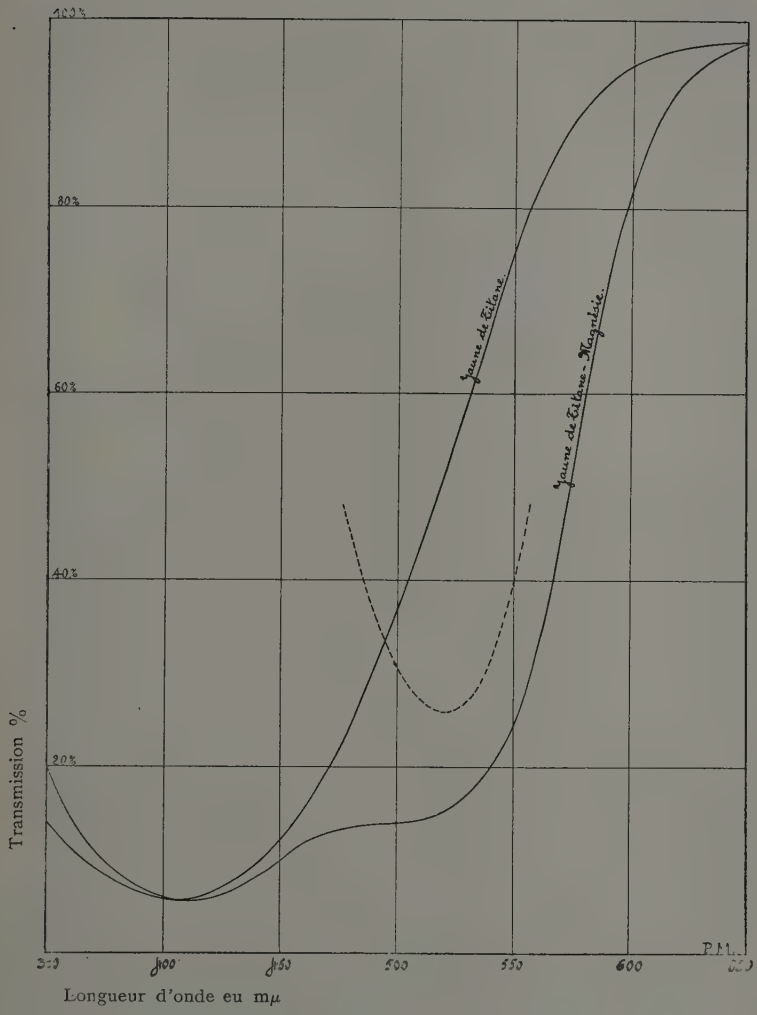


FIG. 2. — Courbes d'absorption du Titan Yellow B. D. H.

elles montrent un minimum de transmission optique, correspondant à un maximum de densité optique à 520 mμ ; c'est la longueur d'onde pour laquelle les différences de densités optiques entre la solution magnésienne et la solution exempte de magnésie atteignent leur maximum.

Les courbes de comparaison de la densité optique en relation avec la concentration en magnésie ont été déterminées à 520 mμ : elles présentent des

inclinaisons différentes ; les extrêmes furent données par le TITAN GELB DE MERCK et le TITAN YELLOW de B. D. H. Le graphique III montre l'allure des courbes obtenues.

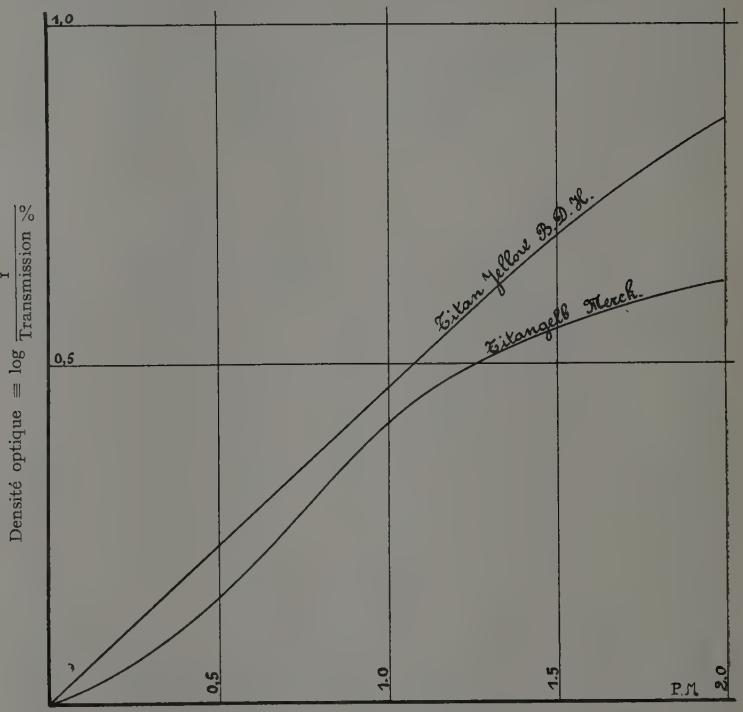


FIG. 3. — Courbes d'étalonnage.

Aux concentrations supérieures à 1 mgr. de MgO dans 100 cc. les différences de coloration deviennent trop peu importantes pour que les mesures puissent présenter une suffisante exactitude. Aux concentrations inférieures, il est toujours nécessaire d'intercaler dans les essais une série de comparaison à teneur connue en magnésie.

RÉSUMÉ

On a trouvé que 8 échantillons de jaune thiazol ne possèdent pas les mêmes caractères et ne fournissent pas les mêmes intensités colorées, lorsqu'ils réagissent dans les mêmes conditions avec les mêmes doses de magnésie.

CHAIRE DE CHIMIE ANALYTIQUE
(Prof. P. H. Martens).

Le dosage de l'isomère gamma de l'Hexachlorcyclohexane par polarographie

par Paul Nangniot.

Les premiers travaux effectués sur le sujet qui nous préoccupe datent de 1948 (3, 5) ; cependant, dès 1941, Keller, Hochweber et von Halban (6) avaient signalé la réduction de l'H. C. H. par le polarographe sans toutefois mentionner la nature de l'isomère réduit.

Les différentes méthodes utilisées à ce jour ne diffèrent entre elles que par l'utilisation d'un solvent, d'un électrolyte de base ou d'un tampon particuliers, comme l'indique le tableau suivant :

Auteurs	Solvant.	Électrolyte	Tampon
G. Dragt (3)	Acétone	KCl	CH^3-COONa
G. B. Ingram et H. K. Southern (5)	Alcool absolu	KI	Néant
Y. Yasumori (10)	Alcool 95%	NH^4Cl	Néant
D. Monnier, L. Roesgen et R. Monnier (9)	Acétone	KCl	NaOH + Na^2HPO^4

La plupart des auteurs utilisent la gélatine comme suppresseur de maximum; les enregistrements se font de — 0,5 Volt à — 2,0 Volts ; la hauteur maximum de la vague dûe à l'isomère gamma se situant à — 1,7 Volt.

*L'équation d'*Ilkovic. *Facteurs influençant la valeur du courant de diffusion.*

La valeur du courant de diffusion est donnée par l'équation :

$$i_D = 605\, n.\, D^{1/2}\, .\, c\, .\, m^{2/3}\, .\, t^{1/6}$$

(1) L'auteur remercie spécialement Messieurs P. H. Martens, Professeur à l'Institut Agronomique, E. Tilemans, Directeur de la Station de Phytopharmacie à Gembloux, Dumont et Pirlot de la S. A. Poudreries Réunies de Belgique à Bruxelles, Delsemme de la S. A. Société Belge de l'Azote à Ougrée et Mademoiselle S. Dormal pour l'aide morale et matérielle qu'ils lui ont réservée au cours de cette étude.

dans laquelle :

i_D est l'intensité du courant moyen de diffusion.
n le nombre d'électrons échangés au cours de la réaction.
D un coefficient de diffusion exprimé en $cm^2 . sec^{-1}$
c la concentration en substance réduite, exprimée en 0,001 M/litre.
m la vitesse d'écoulement du mercure, exprimée en mgr/sec^{-1}
t le temps de formation d'une goutte de mercure ; exprimé en secondes.

Cette équation montre que le courant de diffusion ne sera proportionnel à la concentration que si les facteurs D, m et t restent constants en cours d'opération.

Pour une pression de mercure donnée, la vitesse d'écoulement et la durée de formation d'une goutte sont caractéristiques du capillaire utilisé ; tout changement de capillaire exige un nouvel étalonnage.

Dans nos déterminations, nous n'avons pas déterminé la valeur de *m* ; la valeur de *t* était de 2,5 sec. à 0 Volt, la pointe du capillaire plongeant dans une solution renfermant tous les éléments qui accompagnent l'isomère gamma lors de sa polarographie.

Le coefficient de diffusion D est fourni par la relation :

$$D = 2{,}67 . 10^{-} \frac{l}{z}$$

dans laquelle

l est la conductibilité équivalente à la température de la solution.
z la charge de l'ion considéré.

La température influence la valeur du coefficient de diffusion ; elle doit rester constante en cours d'opérations. Une variation de température de 1° C. cause une erreur de l'ordre de 2% dans les mesures de concentrations. Dans nos essais, nous avons comparé le polarogramme de chaque produit étudié aux polarogrammes d'isomères gamma purs enregistrés immédiatement avant et immédiatement après lui.

Désoxygénation. Suppression des maxima.

L'oxygène dissous dans les solutions fournit deux sauts qui se situent entre 0,1-0,4 Volt et entre 0,8-1,1 Volt ; cet emplacement se déplace légèrement selon la valeur du pH.

Pour éviter ces sauts, il suffit d'éliminer l'oxygène en faisant barboter dans les solutions un gaz inerte (azote ou hydrogène) pendant une durée suffisante.

La désoxygénation par l'azote est la plus rapide : 10 à 15 minutes suffisent. L'azote est purifié par lavage dans un absorbeur contenant une solution alcaline de pyrogallol, préparée, suivant HEYROVSKI, de la façon suivante :

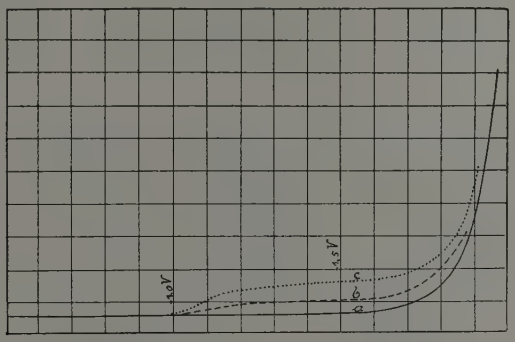
KOH	250 gr.
Pyrogallol	50 gr.
Eau pour faire	1000 cc.

Le laveur principal est suivi de deux autres contenant, l'un de l'eau, l'autre une solution identique à la solution soumise à la polarographie, mais dépourvue d'isomère gamma.

La désoxygénation par le sulfite de soude ne nous a pas donné de résultats encourageants.

Les courbes enregistrées à partir de solutions désoxygénées présentent des maxima qui rendent difficiles ou impossibles les mesures de concentration ; la gélatine et la tylose, utilisées à la dose de 0,005 %, suppriment ces maxima.

On a pu constaté, comme le montre la figure 1, que le réenvahissement par l'oxygène dans les solutions désoxygénées est très rapide ; la courbe C correspond au courant résiduel, l'augmentation de la hauteur de saut est respectivement de 4 mm. et 10,5 mm. après 5 et 10 minutes, ce qui correspond, pour une hauteur de vague d'isomère gamma pur de 61 mm., auxquelles toutes les mesures sont rapportées, à des écarts absolus de 6,56 et 17,21 %.



(Échelle 1/2).

GRAPHIQUE I. — Polarogrammes montrant le réenvahissement d'une solution par l'oxygène.

Il est donc absolument indispensable de fermer hermétiquement la cellule pendant les opérations. Il est conseillé d'utiliser un type de cellule qui permette, sitôt après désoxygénation, de balayer la surface de la solution par le courant d'azote pendant toute la durée de l'enregistrement. Un tel type de cellule est décrit par KOLTHOFF et LINGANE (7).

La distance qui sépare le capillaire et la surface inférieure du mercure ne possède pas d'influence sur la hauteur du saut.

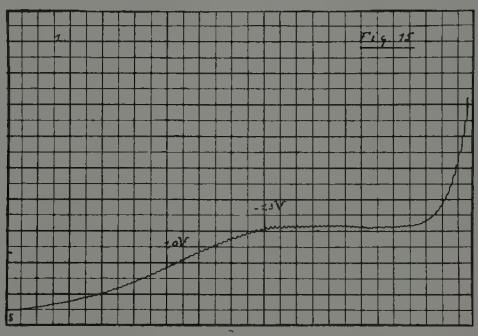
INFLUENCE DES ISOMÈRES α, β, δ, ε ET DES HEPTACHLORCYCLOHEXANES.

D'après METCALF (8), les isomères de l'hexachlorcyclohexane sont mélangés dans les proportions suivantes :

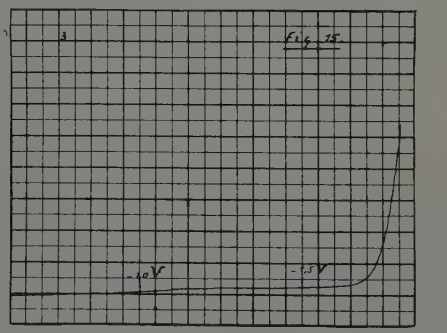
H. C. H. technique :	alpha	650-700 grs/Kg.
	bêta	50
	gamma	100-140
	delta	60
	epsilon	30

Pour une sensibilité d'enregistrement de 1/150, le saut provoqué par la réunion des isomères α, β, δ et ε est de 3 mm. Cette valeur doit être retranchée de la valeur totale enregistrée.

Les produits de substitution, et notamment les heptachlorcyclohexanes alpha et bêta fournissent un saut (voir figures II et III qui a pour effet de

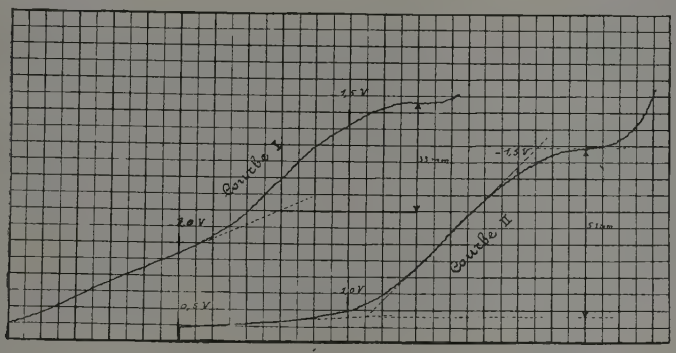


GRAPHIQUE II. — Polarogramme d'un échantillon d'heptachlorcyclohexane suivant Dragt. (5 mgr). Sensibilité 1/50 ; Damping 3 ; T° 17°5.



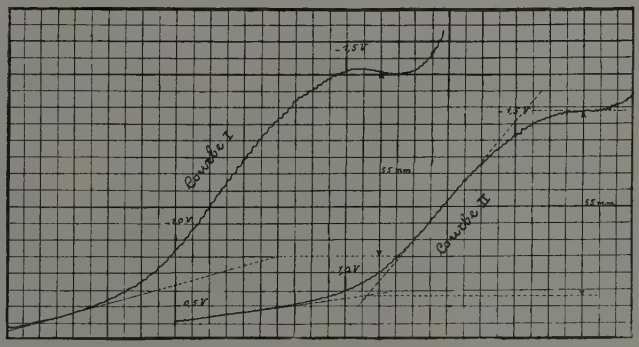
GRAPHIQUE III. — Polarogramme d'un échantillon d'heptachlorcyclohexane suivant Monnier (pH 11,5).

déplacer la ligne de base du saut de l'isomère gamma (voir figures IV et V) ; ce déplacement est d'autant plus accentué que la quantité d'heptachlor est plus importante.



(Échelle 1/2).

GRAPHIQUE IV. — Polarographie d'un échantillon technique.
Courbe 1 : Suivant Dragt (24,77 %)
Sensibilité 1/300 ; Damping 7 ; T° 24°5
Courbe 2 : Suivant Monnier (25,15 %)
Sensibilité 1/200 ; Damping 7 ; T° 24°5.



(Échelle 1/2).

GRAPHIQUE V.
Courbe 1 : 5 mgr γ + 1 mgr Hepta.
Sensibilité : 1/150 ; Damping 7 ; T° 22°5
Courbe 2 : 5 mgr γ
Sensibilité 1/150 ; Damping 7 ; T° 22°5.

DRAGT (3) élimine l'influence des heptachlors par une construction graphique. En effet, le saut des heptachlors est terminé à 1,3 Volt ; il suffit donc de pro-

longer la ligne de base jusque 1,3 Volt, de tracer en ce point une parallèle à l'axe des abscisses et de mesurer la distance qui sépare cette parallèle du palier supérieur de la courbe à 1,7 Volt. (Voir cette construction sur les figures IV et V.)

MONNIER, ROESGEN et MONNIER (9) détruisent les heptachlors au moyen d'un tampon à pH 11,5 ; à ce pH l'isomère gamma reste inchangé. Cependant les auteurs précités n'ont pas signalé que la stabilité de l'isomère gamma à ce pH n'est pas indéfinie ; après trois heures la destruction de l'isomère gamma est déjà perceptible ; après quatre heures il ne subsiste plus que la moitié environ de l'isomère et après 48 heures la destruction est complète. Cette destruction présente en fait peu d'importance : la stabilité du gamma est suffisante pour qu'on puisse effectuer un dosage.

Le tableau II rend compte de la comparaison de quelques résultats obtenus suivant ces deux types de méthodes.

TABLEAU II.

Dénomination de l'échantillon	Méthodes	
	Dragt	Monnier
H. C. H. impur (P. F. 80°C)	24.77	25.15
n° H	0.99-1.05	1.58
N	1.71-1.84	1.16
M	11.77	11.20
G	11.01	10.70
Nexa	10.31	10.19

Suivant nos observations, les sauts dus aux heptachlorcyclohexanes, d'une part, et à l'isomère gamma, d'autre part, sont très différents. Ainsi, dans nos conditions expérimentales, 7 mgr. d'heptaclor donnent un saut de 28 mm. à — 1,3 Volt, tandis que la même quantité d'isomère gamma pur fournit un saut de 44 mm. à — 1,3 Volt et de 67 mm. à — 1,7 Volt.

De plus, il existe des cas où l'addition d'un tampon à pH 11,5 ne supprime pas le déplacement de la ligne de base provoquée normalement par les heptachlors : on peut supposer que les H.C.H., qui présentent ce phénomène, contiennent, à côté des heptachlors, un ou des composés dont l'intégrité n'est pas compromise à pH 11,5.

TECHNIQUE D'UTILISATION DE LA MÉTHODE POLAROGRAPHIQUE.

A. *Préparation des solutions Standards.*

On prépare séparément les solutions suivantes :

a. Une solution d'isomère gamma pur (MERCK) : contenant 60 mgr. d'isomère dissous par 60 cc. d'acétone et portés à 100 cc. avec de l'eau.

b. Électrolyte support : 2 gr. de KCl dissous dans 110 cc. d'eau et portés à 250 cc. avec de l'alcool éthylique à 95%.

c. Tampon : 2 gr. de KCl et 20 gr. de CH_3 — COONa sont dissous dans 100 cc. d'eau (Dragt) ou bien

75 cc. de NaOH N/10 et 50 cc. de Na_2HPO_{40} 0,15 M sont mélangés (Monnier).

d. Gélatine : 0,2 gr. de gélatine sont dissous dans 100 cc. d'eau.

e. Mélange acétone-eau : dans les proportions 60/40.

Pour effectuer l'échelle des mesures, on introduit successivement dans une série de ballons jaugés de 50 cc. :

15 cc. d'électrolyte support.
5 cc. de solution tampon.
2,5 cc. de solution de gélatine.
x cc. de solution d'isomère gamma pur.

on porte au volume avec le mélange acétone-eau, et on agite.

On verse environ 10 cc. de ce mélange dans la cellule, puis on y fait barboter l'azote pendant 10 à 15 minutes et on enregistre aussitôt le polarogramme.

En faisant varier, les valeurs de *x*, on établit une droite d'étalonnage. Le tableau III montre les résultats que nous avons obtenus en suivant la méthode de MONNIER.

TABLEAU III.

Gamma mgrs/100 cc	Hauteur de vague en mm	Courant de diffusion en A.
1,5	14	1,15
3	27	2,22
4,5	42	3,46
6	58	4,78
7,5	72,5	6,18
9	87	7,42

N. B. Ces chiffres représentent la moyenne de 3 déterminations.

Si on opère la dissolution de l'isomère gamma dans l'alcool, on peut préparer le mélange comme suit :

KCl 0,25N	12,5 cc
Tylose à 0,1 gr. dans 100 cc	2,5 cc
Alcool 95 %	20 cc
Dissolution de gamma	X cc

On porte au volume avec de l'alcool.

En aucun cas la concentration en alcool ou en alcool-acétone ne peut descendre en dessous de 50% : on provoquerait une séparation de l'H. C. H. par insolubilisation.

En ce qui concerne le choix du solvent, l'acétone paraît préférable à l'alcool : la dissolution de l'H. C. H. est plus rapide et les paliers obtenus sont plus nets.

B. *Préparation de la solution d'échantillon.*

On pèse 1 gr. de substance à analyser, fine et sèche, qu'on introduit dans un ballon de 100 cc. et y dissout dans 80 cc. d'acétone ; on porte ensuite le volume à 100 cc. avec de l'eau. Si la matière est peu soluble, on peut augmenter le volume d'acétone. On filtre, s'il y a lieu.

De la solution claire, on prélève une quotité telle que le saut polarographique ne dépasse pas les limites du papier et on l'incorpore au mélange donné plus haut.

C. *Appareillage.*

Nos mesures ont été effectuées avec un polarographe RADIOMETER, type PO_3. Les cellules utilisées permettaient le balayage supérieur des solutions par le courant d'azote.

POLAROGRAPHIE ET CHROMATOGRAPHIE.

Les échantillons étudiés par polarographie, ont été soumis à une chromatographie.

On a utilisé la méthode de AEPLI, MUNTER et GALL (1) reprise par COUTIER, ANDRÉ et PRAT (2). La silice servant de support solide au nitrométhane a été préparée suivant les prescriptions de GORDON (4).

Le fractionnement de l'éluat permet de recueillir successivement : des huiles correspondant aux produits de substitution, de l'isomère alpha dissous par l'éther de pétrole, une fraction intermédiaire correspondant à la fin de l'élution de l'isomère α et au début de celle de l'isomère γ, et enfin de l'isomère gamma. La différentiation entre les isomères α et γ se marque par l'aspect cristallin du résidu sec.

On a soumis au polarographe les différentes fractions de l'éluat : les huiles fournissent le saut caractéristique des heptachlorcyclohexanes, l'isomère alpha ne fournit qu'un saut minime, l'isomère gamma réalise une vague correspondant à une pureté de 100 %.

Quant aux fractions intermédiaires, elles contiennent des quantités très variables d'isomère gamma. On peut donc par la polarographie de ces fractions, augmenter la précision de la méthode chromatographique.

Le tableau IV montre quelques résultats obtenus de la sorte.

TABLEAU IV.

Dénomination de l'échantillon		Résultats				
		Polarographie directe	Chromatographie	Polarographie combinée	Poids de la portion intermédiaire	Teneur en isomère γ de la portion intermédiaire
H. C. H. technique	n° 1	9.73	10.51	10.46	0.0260	42.76
	2	10.04	10.63	10.34	0.0290	11.37
	3	17.93	20.61	19.76	0.0162	85.00
	4	14.01	14.30	14.59	0.0214	27.16
	5	24.95	25.46	25.13	0.0022	65.00

CONCLUSIONS.

D'une façon générale les résultats obtenus par polarographie sont supérieurs aux résultats fournis par la méthode chromatographique.

La combinaison des deux méthodes corrige les inconvénients de l'une et de l'autre. En utilisant la seule méthode chromatographique, il est difficile de tenir compte de la teneur en isomère gamma de la fraction intermédiaire.

Si on considère que le dosage d'un isomère est souvent une opération délicate, les écarts entre les résultats obtenus par polarographie simple et polarographie associée à la chromatographie sont relativement faibles.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. G. T. AEPLI, P. A. MUNTER et S. GALL, *Anal. Chem*, 20, 600, (1948).
2. L. COUTIER, H. ANDRÉ et J. PRAT, *Chimie anal*, 31, 201, (1949).
3. G. DRAGT, *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 20, 737, (1948).
4. GORDON, *Bioch. Journ.*, 47, 79, (1943).
5. G. B. INGRAM et H. K. SOUTHERN, *Nature*, 161, 737, (1948).
6. KELLER, HOCHWEBER et VON HALBEN, *Helv. Chim. Acta*, 29, 761, (1941).
7. I. M. KOLTHOFF et LINGANE, *Polarography. Intersc. Publ. N. Y.* (1941).
8. R. METCALF, *Journ. Econ. Entomol.*, 50, 522, (1947).
9. D. MONNIER, L. ROESGEN et R. MONNIER, *Anal. Chim. Acta*, 4, 309, (1950).
10. Y. YAZUMORI, *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, 23, 27, (1949).

STATION DE RECHERCHES DE L'ÉTAT POUR L'AMÉLIORATION DES PLANTES FRUITIÈRES ET MARAICHÈRES

Description et identification des variétés de cerisiers

par A. Monin.

On cultive en Belgique de 200 à 300 variétés de cerisiers ; rien que dans la région de Saint-Trond, on en compte couramment une soixantaine.

Concernant l'appellation de ces variétés, il existe, dans notre pays, une invraisemblable confusion. Les noms les plus fantaisistes sont fréquemment rencontrés. Même les variétés dites internationales sont parfois connues sous des noms qui n'ont rien de commun avec les appellations pomologiquement exactes.

A côté des erreurs de dénomination, signalons que de nombreuses variétés devraient être éliminées de l'assortiment national, soit en raison de déficiences culturales, soit en raison de leur manque de succès commercial.

Il est indéniable qu'une sérieuse amélioration doit être recherchée dans la culture des cerisiers. Nous devons absolument assainir notre production par l'abatage ou le regreffage des sujets qui ne donnent pas satisfaction.

Le premier travail dans ce domaine est assurément une connaissance approfondie des variétés cultivées.

Comment identifier les variétés ?

Les caractères utiles dans la détermination des variétés de cerisiers sont les suivants, que nous avons d'ailleurs étudiés dans une publication antérieure (1) :

1. Aspect extérieur et vigueur de l'arbre. La forme de l'arbre donne des indications suffisamment stables dans de nombreux cas. Depuis le port étalé jusqu'au port fastigié en passant par tous les intermédiaires, nous trouvons toute une gamme de couronnes caractéristiques. Bien

(1) Monin A. — *Revue de l'Agriculture*, novembre 1951, pp. 1481-1496. « Description et identification des variétés de cerisiers ».

que le sol et la nature du sujet porte-greffe puissent influencer grandement la rapidité du développement d'un arbre, on connaît des variétés toujours faibles et des variétés au développement toujours supérieur à la moyenne.

2. Étude de la floraison. Source de renseignements précieux, cette étude est assez délicate à mener à bien. Il est toujours difficile de faire la part des choses entre ce qui est accidentel et ce qui est purement d'origine variétale, génétique. Quoi qu'il en soit, les particularités des fleurs et des inflorescences permettent de caractériser de nombreuses variétés.

3. Étude des caractères du fruit. Incontestablement, ces caractères sont à la base de la détermination des variétés. Afin de faciliter la compréhension des tableaux descriptifs qui suivent, voici, schématiquement représentée, l'explication de différents termes techniques que nous utilisons dans nos descriptions.

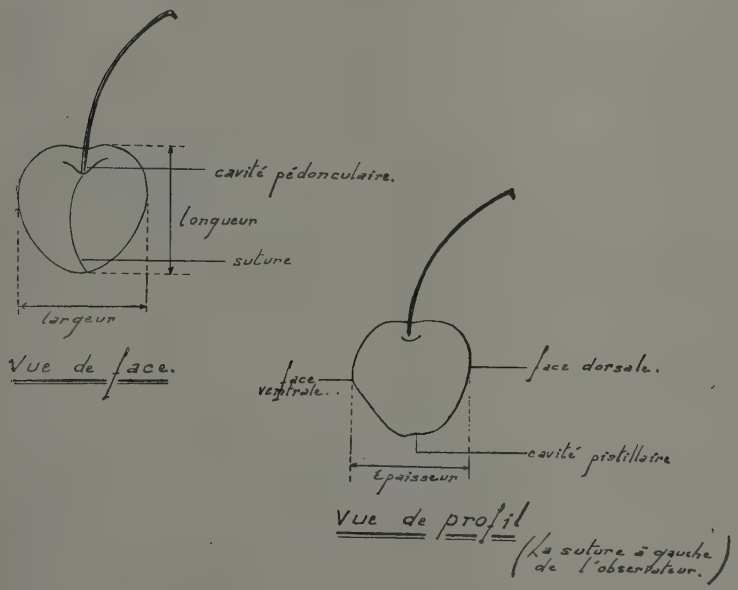


Schéma.

4. Étude du noyau. Les caractères du noyau sont très intéressants à examiner. Par ce seul moyen, il est possible de mettre au point une clef dichotomique de détermination.

ÉTUDE SYSTÉMATIQUE DES PRINCIPALES VARIÉTÉS PAR L'EXAMEN DU FRUIT

Remarques préliminaires.

Les cerises sont présentées par ordre de maturité.

Les mensurations renseignées sont relatives à l'année 1951. Elles concernent, dans l'ordre, la longueur, la largeur et l'épaisseur des cerises. Elles sont exprimées d'abord en valeur absolue et ensuite en valeur relative. Par exemple, pour la variété Early Rivers :

Longueur	*Largeur*	*Epaisseur*
18,93	20,80	19,49
100	109,87	102,95
	100	93,70

En abrégé, nous écrivons :

18,93 — 20,80 — 19,49(100 — 109,87 — 102,95 — 93,70)

Pour chacune des variétés décrites ci-après, nous avons recherché les noms pomologiquement exacts. Malheureusement cela n'est pas toujours possible.

Les schémas correspondant aux diverses descriptions représentent une vue transversale et une coupe longitudinale des variétés étudiées. Dans les deux cas, la suture se trouve à gauche de l'observateur.

Ces schémas ont été établis en tenant compte des mensurations moyennes de l'année 1951.

Lamotte *(Prunus avium).*

Origine : inconnue. Cette variété est assez bien cultivée en Suisse sous les noms suivants : Hâtive d'Italie, Frühe Basler, Erstfrühe ...

Époque de maturité : hâtive.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 240.

Formes et dimensions : cerise petite, de forme régulière.

Mensurations (1951) : 19,12 — 19,1 — 17,64 (100 — 99,89 — 92,35 — 92,35). Cette cerise est donc de largeur et longueur vraiment de même valeur. Ces deux dimensions sont nettement supérieures à l'épaisseur. Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est très arrondi. La section transversale est souvent parfaitement elliptique. La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 1) :

1. Les deux lèvres constituant la partie supérieure du fruit sont généralement symétriques. D'autre part le plan tangent à la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe du fruit.
2. La partie inférieure du fruit est régulièrement arrondie et le plan tangent est perpendiculaire à l'axe.
3. Les deux faces latérales ont une convexité semblable et régulière.
4. Il y a à peu près autant de chair de part et d'autre du noyau.

Extrémité inférieure du fruit : très arrondie, ni pointue ni en dépression, à part la toute petite cuvette du point pistillaire.

Point pistillaire : est constitué d'un petit point gris clair logé dans une cavité très petite. Le point est dans l'axe du fruit.

Suture : est constituée d'une très fine ligne située à fleur de peau, très peu apparente. Elle est également visible sur toute sa longueur.

Cavité pédonculaire : étroite et moyennement profonde. Elle n'est généralement pas incurvée au niveau de la suture ni à son opposé.

Pédoncule : très adhérent à la chair, très long et très mince. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

Chair : de couleur foncée, tendre (c'est une guigne), moyennement adhérente au noyau.

Jus : très abondant et très noirâtre.

Épiderme : à maturité complète, la peau est d'une couleur rouge foncé à rouge très foncé. Elle n'est jamais noire. Très fine.

Goût : agréable, moins sucré et moins bon que Early Rivers.

Sensibilité a certaines affections : les cerises de cette variété résistent très bien au crevassement et à la pourriture. Elles supportent très bien le transport. Valeur commerciale généralement considérée comme très satisfaisante.

Early Rivers *(Prunus avium)*.

Origine : anglaise, obtenue par Thomas Rivers ; issue de la variété Early purple Gean. Early Rivers est connue en Belgique sous de nombreux noms, entre autres : Précoce Rivers, Française Hâtive, Franse Vroege, Engelse kers, La Française, Blinkaars (dans le Pays de Waes).

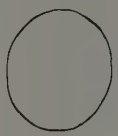
Époque de maturité : hâtive.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 190.

Forme et dimensions : cerise de grosseur au moins moyenne, régulière.

Mensurations (1951) : 18,93 — 20,80 — 19,49 (100.— 109,87 — 102,95 — 93,70). Cette cerise est donc toujours nettement plus large que longue et d'épaisseur à peu près égale à la longueur. Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est plutôt en forme de tonneau. La section transversale est presque ronde, marquée de côtes, à tendance très nette à la forme en D (voir figure 2).

Lamotte. 1.



section transversale.

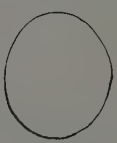
section longitudinale.

Early Rivers. 2.

section transversale.

section longitudinale.

Cuvelier. 3.



section transversale.

section longitudinale.

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 2) :

1. La partie supérieure du fruit est symétrique et le plan tangent à la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe.
2. La partie inférieure du fruit ne présente rien de spécial.
3. La convexité des deux faces latérales est différente en ce sens que la face ventrale présente dans sa moitié inférieure un aplatissement marqué.
5. Il y a généralement autant de chair de part et d'autre du noyau.

Extrémité inférieure du fruit : très arrondie, aplatie du côté de la suture. Le plus souvent le fruit se tient dressé à 45° (très caractéristique !).

Point pistillaire : fréquemment il est légèrement dévié vers la suture. C'est un petit point gris clair, enfoncé dans une cavité minuscule. L'ensemble de cette zone est arrondi.

Suture : c'est une très fine ligne, ni proéminente ni en dépression, assez nette, beaucoup plus visible dans sa partie inférieure que dans sa moitié supérieure.

Cavité pédonculaire : régulière, profonde et relativement large, légèrement incurvée au niveau de la suture et à son opposé.

Pédoncule : assez adhérent à la chair ; long et généralement fort. Son arrachage ne provoque pas la formation d'une goutte de jus.

Chair : assez adhérente au noyau ; tendre (c'est une guigne) ; elle est de couleur rouge foncé, marbrée de rose.

Jus : coloré et abondant.

Épiderme : de couleur rouge devenant rouge très foncé à la pleine maturité. La peau n'est cependant jamais noire ; elle est très fine.

Goût : très agréable, sucré.

Sensibilité a certaines affections : cette variété résiste très bien au crevassement et à la pourriture. Elle supporte très bien le transport. D'autre part, on peut la considérer comme de bonne valeur commerciale.

Cuvelier *(Prunus avium)*.

Origine : inconnue. Cette variété est relativement peu cultivée.

Époque de maturité : moyennement hâtive.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 180.

Forme et dimensions : cerise de grosseur moyenne, régulière quant à sa forme.

Mensurations (1951) : 19,59 — 21,41 — 18,60 (100 — 109,29 — 94,94 — 86,87). Cette cerise est donc plus large que longue et plus large qu'épaisse. Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est cordiforme très

aplati. La section transversale est de forme ovale irrégulière. La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 3) :

1. Les deux lèvres formant la partie supérieure du fruit sont généralement d'importance inégale, la lèvre dorsale étant, dans la majeure partie des cas, plus développée. D'autre part, le plan tangent à la cavité pédonculaire est légèrement incliné vers la suture.
2. La partie inférieure du fruit est généralement symétrique.
3. Les deux faces latérales n'ont pas la même convexité, la face ventrale ayant un aplatissement dans sa moitié inférieure.
4. Le noyau est plus rapproché de la face ventrale que de la face dorsale.

Extrémité inférieure du fruit : aplatie, au point que le fruit se tient généralement dressé lorsqu'il est posé sur un plan horizontal.

Point pistillaire : est constitué d'un petit point gris clair, logé dans une dépression faible mais toujours plus nettement accentuée que chez les variétés Lamotte et Early Rivers.

Suture : fine ligne noirâtre, superficielle.

Cavité pédonculaire : cette cavité est typiquement large et profonde, toujours très fortement incurvée au niveau de la suture et à son opposé.

Pédoncule : de longueur moyenne ou courte, généralement fort. Il se détache toujours très facilement de la cerise lorsqu'elle est mûre, et ceci est absolument caractéristique. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

Chair : sa couleur est rose foncé. C'est une chair ferme mais pas croquante. Elle est moyennement adhérente au noyau.

Jus : coloré et moyennement abondant.

Épiderme : très tendre, de couleur rouge foncé à maturité complète, mais moins foncé que Early Rivers et Lamotte.

Goût : c'est une très bonne cerise, sucrée, bien parfumée, très agréable.

Sensibilité a certaines affections : les fruits de cette variété résistent moyennement bien au crevassement et à la pourriture. Ils supportent bien le transport. Les prix réalisés ces dernières années permettent de considérer cette variété comme étant de bonne valeur commerciale.

Vroege van Gelmen *(Prunus avium).*
*(*Hâtive de Grand Jamine*).*

Origine : cette variété est très probablement identique à la variété Bigarreau Jaboulay. Cette dernière est une cerise française. Elle a été obtenue par hasard par M. Jaboulay, pépiniériste à Oullins (Lyon). Elle porte parfois le nom de Bigarreau de Lyon, également Cerise Jaboulaise. Dans la région de Saint-Trond, on cultive une variété identique à Bigarreau Jaboulay, sous le nom de Ramon Oliva.

Époque de maturité : moyennement hâtive.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 150 à 160.

Forme et dimensions : gros bigarreau, marqué de côtes verticales.

Mensurations (1951) : 22,2 — 22,71 — 19,81 — (100 — 102,29 — 89,23 — 87,23). Cette cerise est donc pratiquement aussi large que longue, ces deux dimensions étant supérieures à l'épaisseur.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est cordiforme trapézoïdal très arrondi. La section transversale est ovale, assez régulière, les deux grands côtés étant souvent plutôt parallèles. La face ventrale est tourmentée par trois proéminences (une forte bordée de deux petites), tandis que la face dorsale présente généralement une faible dépression. La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figures 4 et 5) :

1. Les deux lèvres constituant la partie supérieure du fruit sont généralement semblables. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe du fruit.
2. Rien de spécial à signaler concernant la partie inférieure du fruit.
3. Les deux faces latérales n'ont pas une courbure semblable : la face ventrale présente dans sa moitié inférieure une zone nettement aplatie, tandis que la face dorsale est régulièrement convexe.
4. Le noyau est légèrement déporté vers la suture.

Extrémité inférieure du fruit : arrondie, légèrement aplatie. La cerise se tient très rarement dressée lorsqu'on la pose sur un plan horizontal.

Point pistillaire : point gris clair, situé dans une petite zone aplatie, voire déprimée. Ce point est parfois situé en bordure de cette zone et non au centre.

Suture : fine ligne plus ou moins noirâtre, peu apparente, souvent relevée dans sa partie médiane par une nette proéminence longitudinale, de part et d'autre de laquelle il y a deux petites dépressions, bordées elles-mêmes par une faible proéminence.

Cavité pédonculaire : relativement étroite et peu profonde, régulière, déprimée au niveau de la suture et à son opposé.

Pédoncule : de longueur moyenne ou courte ; généralement fort, bonne adhérence à la chair. Pas de goutte de jus à l'arrachage du pédoncule.

Chair : ferme et de couleur rose à rose foncé, moyennement à bien adhérente au noyau.

Jus : légèrement rouge, moyennement abondant.

Épiderme : rouge foncé à l'époque de la pleine maturité, jamais noir, mince.

Goût : très bonne cerise, très rafraîchissante et très agréable bien que relativement peu sucrée.

Sensibilité a certaines affections : les fruits de cette variété sont réputés pour leur sensibilité au crevassement. Ils pourrissent également facilement. Ils supportent moyennement bien le transport. En raison de leur très belle

4.

Vroege van Gelmen.

section transversale.

Section longitudinale.

5.

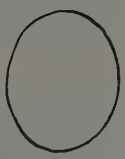
Ramon Oliva.

section transversale.

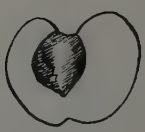
Section longitudinale.

6.

S^t Jans Kers.



Section transversale.



section longitudinale.

apparence et de leurs qualités gustatives indéniables, leur valeur commerciale est excellente.

Sint Jans Kers *(Prunus avium)*.

ORIGINE : inconnue.

ÉPOQUE DE MATURITÉ : moyennement hâtive.

NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 200.

FORME ET DIMENSIONS : cerise de grosseur tout au plus moyenne, bien régulière.

Mensurations (1951) : 19,25 — 20,71 — 18,27 — (100 — 107,58 — 94,90 — 88,21). Cette cerise est donc quelque peu plus large que longue et plus longue qu'épaisse. Elle est donc nettement plus large qu'épaisse.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est en forme de tonneau. La section transversale est elliptique irrégulière (voir fig. 6).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 6) :

1. Les deux lèvres constituant la partie supérieure du fruit sont légèrement différentes en ce sens que la lèvre dorsale est plus forte que la lèvre ventrale. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est incliné vers la suture.
2. Rien de spécial à signaler pour la partie inférieure du fruit.
3. La ligne ventrale suit une courbe moins parfaitement convexe que la ligne dorsale.
4. Le noyau est plus rapproché de la suture que de la ligne opposée.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : aplatie par suite de la présence de la cuvette pistillaire. Le fruit se tient généralement dressé.

POINT PISTILLAIRE : petit point gris logé au fond d'une cuvette bien dessinée, souvent étroite mais plus profonde que dans la moyenne des cas.

SUTURE : cette partie du fruit est vraiment caractéristique : elle est logée au fond d'une dépression assez faible, mais très nette.

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : large et peu profonde, très régulière, toujours nettement infléchie au niveau de la suture.

PÉDONCULE : de longueur variable, tantôt très court, tantôt moyen, parfois long. Son épaisseur est généralement moyenne. Il est adhérent à la chair. Son arrachage ne provoque pas de goutte de jus.

CHAIR : très ferme, de couleur rouge très foncé. Très adhérente au noyau.

JUS : très foncé, abondant.

ÉPIDERME : de couleur très foncée, marqué de minuscules et très nombreuses ponctuations grises.

GOÛT : légèrement acidulé, rafraîchissant, peu parfumé.

SENSIBILITÉ A CERTAINES AFFECTIONS : les fruits de cette variété résistent moyennement bien au crevassement. Par contre, ils ne pourrissent pas facilement et supportent bien le transport. La valeur commerciale de ces fruits peut être considérée comme moyenne.

Puntkers *(Prunus avium).*

ORIGINE : inconnue.

ÉPOQUE DE MATURITÉ : moyennement hâtive.

NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 160.

FORME ET DIMENSIONS : grosse cerise de forme régulière.

Mensurations (1951) : 22,11 — 22,63 — 19,41 (100 — 102,35 — 87,78 — 85,77). Cette cerise est donc de longueur et largeur sensiblement égales. L'épaisseur est inférieure à la longueur et à la largeur. Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est arrondi. La section transversale est de forme générale elliptique mais on constate une protubérance au niveau de la suture et une très légère dépression au niveau de la ligne dorsale (voir figure 7).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 7) :

1. La lèvre dorsale de la partie supérieure du fruit est plus relevée que la lèvre ventrale. De plus le plan tangent à la cavité pédonculaire est incliné vers la suture.
2. Rien de spécial à signaler concernant la partie inférieure du fruit.
3. La courbure des deux lignes latérales est différente : la ligne dorsale est régulièrement convexe tandis que la ligne ventrale présente une proéminence accusée à sa partie médiane.
4. Le noyau est plus rapproché de la face ventrale que de la face dorsale.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : très caractéristique, terminée par une pointe peu accusée. Le fruit ne se tient pas dressé.

POINT PISTILLAIRE : constitué par un minuscule point gris superficiel. Ce point n'est pas toujours dans l'axe du fruit.

SUTURE : presqu'imperceptible, située sur une proéminence ou dans ses environs immédiats.

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : très large et peu profonde. Toujours très nettement incurvée au niveau de la suture et à son opposé.

PÉDONCULE : généralement plus long que la moyenne des cas. Par contre son épaisseur est généralement en dessous de la moyenne.

ADHÉRENCE A LA CHAIR : moyennement forte. Il arrive souvent que l'arrachage du pédoncule provoque la naissance d'une goutte de jus.

CHAIR : de couleur foncée ; assez ferme ; assez adhérente au noyau.

JUS : très coloré, abondant.

Épiderme : noir.

Goût : très parfumé, peu sucré. Très bonne cerise.

Sensibilité a certaines affections : le fruit de cette variété est très résistant au crevassement et à la pourriture. Il supporte sans dommage le transport. Sa valeur commerciale peut être considérée comme bonne.

Polsche *(Prunus avium).*

Origine : obtenue par semis par M. Baldewijns, pépiniériste à Looz (Limbourg), vers 1875. Synonyme : Paulus, Polas, Loonsche.

Époque de maturité : moyennement hâtive.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 150.

Forme et dimensions : très grosse et magnifique cerise, bien régulière.

Mensurations (1951) : 22,68 — 22,14 — 19,8 (100 — 97,61 — 87,30 — 89,43). Cette cerise est donc légèrement plus longue que large et beaucoup plus longue qu'épaisse. Elle est également plus large qu'épaisse.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est arrondi. La section transversale est vraiment elliptique à part que le côté opposé à la suture présente un léger aplatissement. Le côté central est, lui, bien arrondi (voir figure 8).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 8) :

1. La partie supérieure du fruit est assez bien symétrique. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe.
2. Rien de spécial à la partie inférieure du fruit.
3. La courbure des deux lignes latérales est différente : la partie ventrale est bien arrondie tandis que la partie dorsale présente dans sa zone pistillaire un aplatissement marqué.
4. Le noyau est beaucoup plus rapproché de la suture que de la face dorsale.

Extrémité inférieure du fruit : nettement pointue, semblable à ce que l'on rencontre chez la variété Puntkers. La cerise ne se tient pas dressée lorsqu'on la pose sur un plan horizontal.

Point pistillaire : minuscule point gris superficiel, situé sur l'aplatissement de la partie dorsale inférieure.

Suture : constituée par une fine ligne toujours visible, superficielle.

Cavité pédonculaire : très étroite et assez profonde, incurvée au niveau de la suture et à son opposé.

Pédoncule : extrêmement long et d'épaisseur moyenne. Moyennement adhérent à la chair. L'arrachage du pédoncule provoque non seulement la naissance d'une goutte de jus, mais aussi une déchirure de la chair en cet endroit.

7.

Puntkers.

Section transversale.

Section longitudinale.

8.

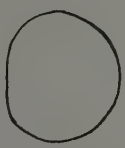
Polsche.

Section transversale.

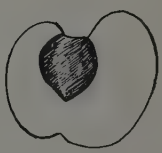
Section longitudinale.

9.

Noire de Kerniel.



Section transversale.



Section longitudinale.

Chair : très molle, de couleur rosée, peu adhérente au noyau.
Jus : coloré en rose, abondant.
Épiderme : beau, brillant, rouge.
Goût : moyennement sucré et moyennement parfumé.
Sensibilité a certaines affections : cette cerise est moyennement résistante au crevassement et très sensible à la pourriture. Elle supporte mal le transport. Sa valeur commerciale peut être considérée comme étant de moyenne à bonne.

Noire de Kerniel *(Prunus avium).*

Origine : probablement allemande. Cette variété est assez bien cultivée en Allemagne et en Suisse, principalement dans les environs de Fribourg et sur les bords du lac Leman. Dans ces régions, on la connaît sous un des noms suivants : Schwarze von Chavannes, Noire de Chavannes, Cœur de pigeon (à ne pas confondre avec la variété belge du même nom).

Époque de maturité : de moyenne saison.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 180.

Forme et dimensions : cerise de dimensions moyennes ; régulière.

Mensurations (1951) : 20,23 — 21,26 — 18,80 (100 — 104,57 — 92,57 — 88,42). Cette cerise est donc quelque peu plus large que longue. L'épaisseur est inférieure à ces deux dimensions.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est de forme trapézoïdale à cordiforme. La section transversale est vraiment caractéristique : en forme de D, le côté arrondi étant celui opposé à la suture. La face suturale est plate et porte dans sa partie médiane une légère dépression provenant du renfoncement de la suture. Cet aplatissement ne prend pas l'entièreté de la face ventrale qui est plutôt formée de trois plans (voir figure 9).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 9) :

1. Dans la partie supérieure du fruit, la lèvre dorsale est un tant soit peu plus accusée que la lèvre ventrale.
2. Le plan tangent à la cavité pistillaire est nettement incliné vers la suture.
3. La courbure des deux faces latérales est semblable.
4. Le noyau est déporté vers la suture.

Extrémité inférieure du fruit : aplatie, en plan incliné vers la suture.
Point pistillaire : petit point gris ne se trouvant généralement pas dans l'axe du fruit mais plutôt dévié vers la suture. Ce point pistillaire est logé dans une cavité peu profonde, assez large, régulière.
Suture : absolument typique dans de nombreux cas : logée dans une dépres-

sion qui s'accentue vers le haut de la cerise, ce qui donne au fruit une forme particulière.

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : très large et moyennement profonde, incurvée fortement au niveau de la suture et un peu à son opposé.

PÉDONCULE : de grandeur et d'épaisseur moyennes. L'adhérence à la chair est plutôt forte. Son arrachage ne provoque généralement pas de goutte de jus. La cavité ainsi mise à nu est blanche et sèche.

CHAIR : très adhérente au noyau, ferme, presque noire.

JUS : abondant, très foncé.

ÉPIDERME : noir à maturité complète, mince.

GOÛT : acidulé.

SENSIBILITÉ A CERTAINES AFFECTIONS : bonne résistance au crevassement, sensible à la pourriture, supporte bien le transport. Bonne valeur commerciale.

Lukker *(Prunus avium)*.

ORIGINE : inconnue.

ÉPOQUE DE MATURITÉ : moyenne saison.

NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 200.

FORME ET DIMENSIONS : cerise de grosseur moyenne, assez régulière.

Mensurations (1951) : 20,45 — 21,05 — 19,43 (100 — 102,93 — 95,01 — 92,30). Cette cerise est donc de longueur et largeur pratiquement égales. L'épaisseur est inférieure à ces deux dimensions.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est en forme de tonneau très arrondi à sa base. La section transversale est caractéristique en ce sens que son allure générale est ovale, la ligne dorsale étant marquée d'une dépression très peu accentuée, tandis que la face ventrale présente une ou deux faibles protubérances (voir figure 10).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 10) :

1. La partie supérieure du fruit ne présente rien de spécial.
2. La cavité pistillaire est légèrement déviée vers la suture. Le plan tangent à cette cavité est incliné vers la suture.
3. Les deux faces latérales n'ont pas une courbure semblable : la face dorsale est régulièrement convexe tandis que la face ventrale est plus ou moins diédrique.
4. Il y a généralement autant de chair de part et d'autre du noyau.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : arrondie-aplatie. La cerise se tient généralement dressée à cause de cet aplatissement.

POINT PISTILLAIRE : petit point gris superficiel ou peu s'en faut. Cette zone

n'est pas absolument plane : toujours une petite proéminence en bordure de la cavité ou de l'aplatissement.

Suture : imperceptible, souvent située sur la protubérance mentionnée au poste « Section transversale », ou dans ses environs immédiats.

Cavité pédonculaire : moyennement large, profonde, incurvée au niveau de la suture et à son opposé.

Pédoncule : de longueur variable, parfois court et parfois long. Son épaisseur est variable. Il est moyennement adhérent à la chair. Son arrachage ne provoque pas de goutte de jus.

Chair : colorée en rouge foncé à l'époque de la pleine maturité, ferme, adhérente au noyau.

Jus : coloré en rose assez foncé, abondant.

Épiderme : rouge à rouge foncé, fin.

Goût : bien parfumée, sucrée, très bonne cerise.

Sensibilité a certaines affections : les fruits de cette variété résistent bien au crevassement et à la pourriture. Ils résistent moyennement bien au transport. Leur valeur commerciale est bonne.

Kraaibek *(Prunus avium).*

Origine : cette variété est très probablement la même que celle pomologiquement connue sous le hom de Bigarreau Elton (Eltonkirsche, Elton Heart, Cerise d'Angleterre). Elle serait donc d'origine anglaise, obtenue par M. Thomas André Knight.

Époque de maturité : moyenne saison.

Nombre de fruits au kg : plus ou moins 200.

Forme et dimensions : de grandeur moyenne, de forme régulière.

Mensurations (1951) : 21,54 — 20,57 — 18,95 (100 — 95,49 — 88,34 — 92,12). Cette cerise est donc plus longue que large, et plus large qu'épaisse.

Vue de face, la suture dirigée vers l'observateur, la cerise est arrondie. La section transversale présente une forme générale elliptique. Mais le côté opposé à la suture est mieux arrondi que ce dernier qui a une tendance à avoir dans sa partie médiane une ligne droite. Notons que parfois cette tendance existe à la face dorsale mais d'une façon peu accusée (voir fig. 11).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne diamétralement opposée est absolument remarquable et se présente comme suit (voir fig. 11).

1. La zone pédonculaire est asymétrique en ce sens que la lèvre dorsale est plus relevée que la lèvre ventrale. D'autre part le plan tangent à la cavité est incliné vers la suture.
2. Rien de spécial à signaler concernant la zone pistillaire si ce n'est que le point pistillaire se trouve dans l'axe du fruit.

10.

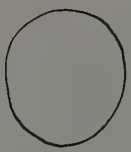
Lukker.

Section transversale.

Section longitudinale.

11.

Kraaibek.



Section transversale.

Section longitudinale.

12.

Grosse Griotte.

section transversale.

Section longitudinale.

3. La courbure des deux faces latérales est différente : la ligne dorsale est régulièrement convexe tandis que la ligne suturale présente un net aplatissement dans sa moitié inférieure.
4. Il y a autant de chair de part et d'autre du noyau.

Extrémité inférieure du fruit : bien arrondie quoique l'allure générale de la partie inférieure du fruit soit pointue. La cerise ne se tient pas dressée lorsqu'on la pose sur un plan horizontal.

Point pistillaire : tout petit point noirâtre superficiel. Ce caractère est remarquable et constant.

Suture : parfois totalement invisible. Dans les autres cas qui semblent être la majorité, elle est très peu marquée : c'est une très fine ligne rose lorsque le fond est blanchâtre et blanchâtre lorsque le fond est rose.

Cavité pédonculaire : étroite et peu profonde. Infléchie principalement au niveau de la suture et parfois également à son opposé.

Pédoncule : extrêmement long et relativement mince. Adhérence à la chair : moyenne. L'arrachage du pédoncule provoque parfois la naissance d'une goutte de jus.

Chair : de couleur généralement blanc-crêmeux. Ferme. Pas adhérente au noyau sauf à la partie ventrale de ce dernier.

Jus : non coloré, assez abondant.

Épiderme : d'un beau rose, parfois rouge. La couleur de fond est jaune ; elle réapparaît parfois sous forme de taches, de marbrures ou de minuscules ponctuations.

Goût : très bonne cerise, légèrement acidulée, très parfumée,

Sensibilité a certaines affections : les fruits sont moyennement sensibles au crevassement et la pourriture et résistent mal au transport. Valeur commerciale : moyenne.

Grosse Griotte *(Prunus Cerasus)*.

Origine : douteuse. On rencontre très fréquemment cette variété dans les vergers du Limbourg sous le nom de Dikke Waalsche. On rencontre en Angleterre une variété de griotte nommée Kentish Red qui présente vraiment les mêmes caractères que la Dikke Waalsche. D'autre part A. Leroy prétend que la Kentish Red n'est autre que la vieille variété française « Montmorency à longue queue ».

Époque de maturité : moyenne saison.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 200.

Forme et dimensions : griotte de grosseur moyenne, très régulière.

Mensurations (1951) : 17,36 — 21,37 — 18,21 (100 — 123,09 — 104,89 — 85,21). Cette cerise est donc considérablement plus large que longue et un tant

soit peu plus épaisse que longue. La largeur est nettement supérieure à l'épaisseur. Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est doliforme (en tonneau).

La section transversale constitue une ellipse parfaite (voir figure 12).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir fig. 12) :

1. Une des lèvres constituant la partie supérieure du fruit est un peu plus développée que l'autre. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est légèrement incliné vers la suture.
2. La partie inférieure du fruit ne présente rien de spécial.
3. La courbure des faces latérales est semblable.
4. Le noyau est plus rapproché de la suture que de la face dorsale.

Extrémité inférieure du fruit : parfaitement aplatie. La griotte se tient toujours parfaitement debout, inclinée vers la suture.

Point pistillaire : point gris foncé, logé dans une cavité très étroite et très peu profonde, absolument régulière, à peine tourmentée par l'arrivée de la suture.

Suture : toujours visible mais extrêmement peu marquée : c'est une fine ligne de la même couleur que la peau, superficielle.

Cavité pédonculaire : étroite et assez profonde. Très régulière. A peine infléchie au niveau de la suture.

Pédoncule : sa longueur est nettement en dessous de la moyenne. Son épaisseur est généralement au-dessus de la moyenne. Adhérence à la chair : au moins moyenne lorsque le fruit est mûr, forte un peu avant cette période. Le noyau est très fortement adhérent à la queue. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

Chair : jaunâtre, transparente, très molle, non adhérente au noyau sauf à la partie ventrale de ce dernier.

Jus : non coloré, très abondant.

Épiderme : rouge clair.

Goût : très acide, très astringent.

Sensibilité a certaines affections : les Dikke Waalsche résistent très bien au crevassement et à la pourriture, mais elles supportent mal le transport Leur valeur commerciale est bonne.

Griotte commune *(Prunus Cerasus)*.

Origine : inconnue. Cette variété est très répandue dans le Limbourg sous le nom de Kleine Waalsche (1).

Époque de maturité : moyenne saison.

(1) Voir Fruit belge, 1937, p. 99 et 1944, p. 42.

NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 250.

FORME ET DIMENSIONS : cerise très petite, de forme régulière.

Mensurations (1951) : 16,03 — 19,63 — 18,58 (100 — 122,39 — 115,90 — 96,69). Cette cerise est donc fortement plus large que longue, et également plus épaisse que longue.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est doliforme. La section transversale est parfaitement elliptique, (voir fig. 13). La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir fig. 13) :

1. Une des lèvres constituant la partie supérieure du fruit est un peu plus développée que l'autre. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est légèrement incliné vers la suture.
2. La partie inférieure du fruit ne présente rien de spécial.
3. La courbure des faces latérales est semblable.
4. Le noyau est plus rapproché de la suture que de la face dorsale.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : aplatie. La cerise se tient parfaitement debout, inclinée vers la suture.

POINT PISTILLAIRE : souvent gris clair, situé dans une cavité semblable à celle de Dikke Waalsche, mais qui paraît cependant plus petite.

SUTURE : généralement moins visible que chez Dikke Waalsche. Il n'est pas rare que la suture soit tout à fait invisible.

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : étroite et assez profonde. Très régulière. A peine infléchie au niveau de la suture.

PÉDONCULE : très petit (plus petit que celui de Dikke Waalsche). Très épais. Adhérence à la chair : au moins moyenne. Ce pédoncule présente un élargissement caractérisé à ses deux extrémités. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

CHAIR : jaunâtre, transparente, très molle. Non adhérente au noyau sauf à la partie ventrale de ce dernier.

JUS : non coloré, très abondant.

ÉPIDERME : rouge clair.

GOÛT : légèrement plus acide que celui de Dikke Waalsche.

SENSIBILITÉ A CERTAINES AFFECTIONS : les fruits de cette variété sont très résistants au crevassement et à la pourriture. Par contre ils supportent mal le transport. Leur valeur commerciale laisse beaucoup à désirer, en raison de leurs trop faibles dimensions.

Reine Hortense *(Hybride)*.

ORIGINE : d'après A. Leroy cette variété est d'origine française. Elle est issue d'un semis de noyaux de la variété Cerise Larose, elle-même provenant d'un semis de la variété anglaise May Duke.

13.

Griotte Commune.

Section transversale.

section longitudinale.

14.

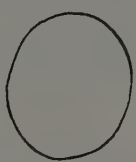
Reine-Hortense.

Section transversale.

Section longitudinale.

15.

Bruine Bigarreau van Ordingen.



Section transversale.

Section longitudinale.

SYNONYMES : très nombreux. Mentionnons seulement les principaux : Koningin Hortensie, Belle de Bavay, Belle Andigeoise, Belle de Laeken...

ÉPOQUE DE MATURITÉ : moyenne saison.

NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 170.

FORME ET DIMENSIONS : grosse cerise, de forme assez variable, irrégulière.

Mensurations : (d'après F. Kobel) 22,1 — 21,6 — 18,5 (100 — 98 — 84 — 86). Cette cerise est donc légèrement plus longue que large. Elle est également plus large qu'épaisse.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est généralement trapézoïdal.

La section transversale est très variable : le plus souvent d'allure rectangulaire ou trapézoïdale, parfois en forme de D renversé (voir fig. 14).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir fig. 14) :

1. Une des deux lèvres constituant la partie supérieure du fruit est plus développée que l'autre. De plus le plan tangent à la cavité pédonculaire est incliné vers la suture.
2. Rien de spécial à propos de la partie inférieure du fruit.
3. Les deux faces latérales présentent une courbure d'allure différente : la face ventrale est peu et régulièrement convexe tandis que la face dorsale est fortement convexe dans sa moitié supérieure et assez aplatie dans sa moitié inférieure.
4. Le noyau est plus proche de la face ventrale que de la face dorsale.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : plate en vue de face, pointue-arrondie en vue de profil. De plus on constate souvent une petite proéminence éperonnée située sur ou à côté de la suture.

POINT PISTILLAIRE : ne se trouve jamais à la partie inférieure du fruit mais sur la face dorsale. Ceci est absolument remarquable. C'est un point gris-brun situé sur un aplatissement, parfois en très légère dépression.

SUTURE : ligne superficielle, peu visible dans sa moitié supérieure. Mieux visible dans sa partie inférieure où parfois sa couleur s'avive, et où parfois elle est en dépression (les deux bords de cette dépression n'étant pas symétriques).

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : très étroite assez profonde. Incurvée au niveau de la suture et simplement déprimée à l'opposé de la suture.

PÉDONCULE : de longueur au moins moyenne. Très épais. L'adhérence à la chair est extrêmement forte. Le pédoncule est parfois muni d'une feuille pouvant atteindre 2-4 cm de long.

CHAIR : très molle, extrêmement adhérente au noyau, blanchâtre.

JUS : non coloté, relativement peu abondant.

ÉPIDERME : rose à rouge, très fin et très brillant.

GOÛT : acidulé, très bien parfumé.

SENSIBILITÉ A CERTAINES AFFECTIONS : cette variété est très résistante au crevassement et à la pourriture. Elle résiste mal au transport. Elle est de valeur commerciale moyenne.

Bruine Bigarreau van Ordingen *(Prunus avium).*

ORIGINE : Cette variété n'existe que dans quelques exploitations. Depuis quelques années, on l'utilise assez fréquemment pour le regreffage des mauvaises variétés. Il est probable que cette variété soit la véritable Hedelfinger Riesenkirsche (obtenue par semis à Hedelfingen dans le Wurtemberg).

ÉPOQUE DE MATURITÉ : moyenne saison.

NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 125.

FORME ET DIMENSIONS : très grosse cerise de forme très régulière.

Mensurations (1951) : 23,28 — 23,57 — 21,35 (100 — 101,24 — 91,70 — 90,58). Cette cerise est donc de longueur et de largeur presque parfaitement égales. L'épaisseur est nettement inférieure à la longueur et à la largeur. Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est de forme ovée très arrondie.

La section transversale est parfaitement elliptique (voir figure 15).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 15) :

1. Les deux lèvres formant la partie supérieure du fruit sont quelque peu asymétrique. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est généralement perpendiculaire à l'axe du fruit.
2. La partie inférieure du fruit est symétrique et le plan tangent est perpendiculaire à l'axe.
3. Les deux faces latérales ont une convexité semblable et régulière.
4. Il y a autant de chair de part et d'autre du noyau.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : remarquable par son aplatissement. Cet aplatissement est, dans la majorité des cas, perpendiculaire à l'axe du fruit. La cerise se tient parfaitement debout.

POINT PISTILLAIRE : constitué par un point gris, situé le plus souvent dans une très légère dépression assez étroite. Parfois cette zone dépressive est remplacée par un simple aplatissement.

SUTURE : c'est une ligne noirâtre, ce caractère se marquant surtout dans sa partie inférieure. La suture se détache nettement de la peau. Elle n'est située ni dans une dépression ni sur une proéminence.

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : généralement étroite et moyennement profonde. Infléchie surtout au niveau de la suture.

Pédoncule : de longueur généralement au-dessus de la moyenne. Son épaisseur est généralement assez forte. Très bonne adhérence à la chair. L'arrachage du pédoncule révèle une légère tendance à la formation d'une goutte de jus.

Chair : de couleur foncée, très croquante. Moyennement adhérente au noyau.

Jus : coloré et abondant.

Épiderme : de couleur brune. Typiquement constellé de ponctuations grises.

Goût : bonne cerise, sucrée et parfumée.

Sensibilité a certaines affections : les cerises de cette variété résistent moyennement bien au crevassement. Elles sont peu sensibles à la pourriture et supportent très bien le transport.

Les prix réalisés au cours des dernières années témoignent de la très bonne valeur commerciale de cette variété.

Vroege Kraker *(Prunus avium)*.

Origine : inconnue.

Époque de maturité : de moyenne saison.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 200.

Forme et dimensions : cerise moyenne de forme bien régulière.

Mensurations (1951) : 19,14 — 20,06 — 18,28 (100 — 104,80 — 95,50 — 91,12). Cette cerise est donc faiblement mais nettement plus large que longue. L'épaisseur est toujours inférieure à la longueur et à la largeur.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est doliforme. La section transversale est généralement elliptique, et il n'est pas rare de constater une tendance à la forme en D. Cette tendance se manifeste par le fait que la face ventrale présente une convexité nettement moins marquée que la face dorsale (voir figure 16).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 16) :

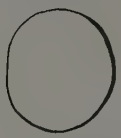
1. La partie supérieure est symétrique. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe du fruit.
2. La partie inférieure du fruit est symétrique mais le plan tangent est légèrement incliné vers la suture.
3. Les deux faces latérales ont une convexité semblable et régulière.
4. Il y a autant de chair de part et d'autre du noyau.

Extrémité inférieure du fruit : très nettement aplatie. Dans la majorité des cas, la cerise se tient parfaitement debout.

Point pistillaire : est constitué par un grand point de couleur gris-clair, enfoncé dans une cavité large et profonde. Cette cavité est marquée d'une ou plusieurs dépressions radiales (donc disposition en étoile).

16.

Vroege Kraker.



Section transversale.

Section longitudinale.

17.

Abbesse de Mouland rouge.

Section transversale.

Section longitudinale.

18.

Lieveling.

Section transversale.

Section longitudinale.

Suture : c'est une ligne noire plus visible dans sa partie inférieure que dans sa partie supérieure. Ni dans une dépression ni sur une proéminence.

Cavité pédonculaire : large et profonde, peu ou pas infléchie au niveau de la suture et à son opposé.

Pédoncule : de longueur moyenne à grande et d'épaisseur généralement au moins moyenne. Adhérence à la chair : moyenne à assez forte. L'arrachage du pédoncule ne provoque jamais la naissance d'une goutte de jus.

Chair : très croquante, de couleur foncée. Moyennement adhérente au noyau.

Jus : très coloré, pas très abondant.

Épiderme : de couleur brune, constellé de petits points gris et noirs, ce qui le rend très finement marbré.

Goût : très bon, moyennement sucré, parfumé.

Sensibilité a certaines affections : la cerise résiste mal au crevassement et à la pourriture. Par contre elle supporte bien le transport. Sa valeur commerciale laisse à désirer.

Abbesse de Mouland rouge *(Prunus avium)*.

Origine : forme mutante de la variété ordinaire. Cette variété est communément appelée Rode Eisdensche.

Époque de maturité : moyenne saison. Un peu plus hâtive que le type ordinaire.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 210.

Forme et dimensions : petite cerise de forme régulière.

Mensurations (1951) : 19,92 — 18,73 — 15,49 (100 — 94,02 — 77,76 — 82,70). Cette cerise est donc nettement plus longue que large. D'autre part la largeur est supérieure à l'épaisseur.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est trapézoidal à ové.

La section transversale est parfaitement elliptique. On ne remarque généralement ni dépressions ni proéminences (voir figure 17).

La courbe longitudinale passant par la suture et la ligne diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 17) :

1. La partie supérieure est symétrique. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe du fruit.
2. La partie inférieure du fruit est symétrique.
3. Les deux faces latérales ont une convexité semblable et régulière.
4. Il y a autant de chair de part et d'autre du noyau.

Extrémité inférieure du fruit : parfaitement arrondie, bien que parfois la partie terminale de la suture soit marquée d'un éperon très peu accentué. La cerise ne se tient généralement pas dressée.

POINT PISTILLAIRE : petit point gris superficiel.

SUTURE : ligne noire toujours visible bien que très faiblement marquée. Ni dans une dépression ni sur une proéminence.

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : généralement large et moyennement profonde. Infléchie plus fortement au niveau de la suture qu'à son opposé.

PÉDONCULE : extrêmement long, mince. Extrêmement adhérent à la chair. Son arrachage ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

CHAIR : rouge foncé ; très ferme. Peu adhérente sur les parties latérales du noyau, mais adhérente sur les parties dorsale et ventrale de celui-ci.

JUS : très foncé, peu abondant.

ÉPIDERME : rouge très foncé, presque noir, parsemé de minuscules ponctuations grisâtres.

GOÛT : peu sucré et peu parfumé, rien de spécial.

SENSIBILITÉ A CERTAINES AFFECTIONS : cette variété résiste mal au crevassement et à la pourriture. Elle est moyennement résistante au transport.

VALEUR COMMERCIALE : mauvaise.

Lieveling *(Prunus avium).*

ORIGINE : inconnue.

ÉPOQUE DE MATURITÉ : moyenne saison.

NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 200.

FORME ET DIMENSIONS : cerise de grosseur moyenne et de forme irrégulière.

Mensurations : 18,73 — 20,62 — 19,09 (100 — 110,09 — 101,94 — 92,58). Cette cerise est donc plus large que longue et plus large qu'épaisse. L'épaisseur est supérieure à la longueur.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est de forme variable, tantôt doliforme, tantôt à tendance trapézoïdale.

La section transversale est elliptique très irrégulière. Le côté ventral présente une ou deux proéminences accusées. L'autre côté est généralement plus arrondi et plus régulier bien que parfois bosselé (voir figure 18).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 18) :

1. La partie supérieure est assez symétrique. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe du fruit.
2. La partie inférieure du fruit est asymétrique.
3. La courbure des faces ventrale et dorsale n'est pas la même : la ligne dorsale est régulièrement convexe mais la ligne ventrale présente un aplatissement s'étendant sur ses deux tiers inférieurs.
4. Le noyau est déporté vers la face dorsale.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : très nettement aplatie, cet aplatissement

n'étant pas toujours perpendiculaire à l'axe du fruit. La cerise se tient souvent dressée lorsqu'on la pose sur un plan horizontal.

Point pistillaire : minuscule point gris brun situé dans un aplatissement très légèrement déprimé au centre.

Suture : c'est une fine ligne noirâtre, parfois sur une proéminence éperonnée, parfois superficielle. La suture est en général peu visible. Elle est en dépression là où elle aboutit à la cavité pédonculaire.

Cavité pédonculaire : très large et très profonde. Infléchie au niveau de la suture et généralement pas au niveau de la face dorsale.

Pédoncule : de longueur généralement en dessous de la moyenne. Épaisseur moyenne. Bonne adhérence à la chair. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

Chair : croquante, brune, pas adhérente au noyau sauf à la face ventrale de ce dernier.

Jus : coloré, peu abondant.

Épiderme : rouge foncé à brun foncé, marqué de petits points gris.

Goût : acidulé, parfumé, agréable.

Sensibilité a certaines affections : les fruits crevassent facilement, résistent bien à la pourriture et supportent très bien le transport.

Valeur commerciale : bonne.

Pater van Mansfeld *(Prunus avium).*

Origine : variété obtenue au début de ce siècle par M. W. Hagenaars de Bergen op Zoom. On l'appelle fréquemment en Hollande, Markies. Variété très cultivée en Zeelande, très appréciée pour ses qualités gustatives.

Époque de maturité : de moyenne saison.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 160.

Forme et dimensions : grosse cerise, assez régulière, très arrondie.

Mensurations (1951) : 21,26 — 21,83 — 19,95 (100 — 102,68 — 93,83 — 91,38). Cette variété est donc de longueur et de largeur sensiblement égales. Mais l'épaisseur est nettement inférieure à la largeur et à la longueur.

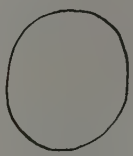
Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit a une forme en tonneau.

La section transversale de cette cerise est presque ronde, mais très souvent les deux faces verticales, principalement la face ventrale, présentent un aplatissement marqué (voir figure 19).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 19) :

1. La partie supérieure du fruit est symétrique ; le plan tangent à la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe du fruit.
2. La partie inférieure du fruit est asymétrique en ce sens que le côté

Pater van Mansfeld. 19



section transversale.

section longitudinale.

Abbesse de Mouland. 20.

section transversale.

section longitudinale.

C.47. 21.

section transversale.

section longitudinale.

ventral est normalement convexe et que le côté dorsal est marqué d'une petite zone déprimée.

3. Dans l'ensemble la courbure des faces dorsale et ventrale est la même, compte tenu de la petite dépression.
4. Il y a la même épaisseur de chair de part et d'autre du noyau.

Extrémité inférieure du fruit : elle est munie d'un éperon. De part et d'autre de cet éperon, il y a un aplatissement du côté ventral et une petite dépression du côté dorsal.

Point pistillaire : point gris, très petit comparé à la grosseur du fruit, situé au bord de la surface déprimée dorsale. Ce point n'occupe donc pas la partie inférieure de la cerise.

Suture : presque invisible. Dans sa partie basale, elle se termine par un éperon.

Cavité pédonculaire : extrêmement étroite, moyennement profonde, peu ou pas infléchie au niveau de la suture et à son opposé.

Pédoncule : de longueur moyenne et d'une extrême gracilité. Adhérence à la chair à peine moyennement forte. L'arrachage du pédoncule provoque la naissance d'une goutte de jus.

Chair : molle, brune, presque pas adhérente au noyau.

Jus : coloré, moyennement abondant.

Peau : brune, brillante, parsemée de petits points gris.

Goût : peu sucré, peu parfumé. Rien de bien spécial.

Sensibilité a certaines affections : très bonne résistance au crevassement et à la pourriture et supporte très bien le transport.

Valeur commerciale : bonne.

Abbesse de Mouland *(Prunus avium)*.

Origine : vieille cerise originaire des environs de Mouland. C'est une variété très cultivée dans le Limbourg et la province de Liége.

Synonymes : Eisdensche, Bastaarddikke (surtout en Hollande).

Époque de maturité : moyennement tardive.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 225.

Forme et dimensions : petite cerise de forme très régulière.

Mensurations (1951) : 18,89 — 18,30 — 16,81 (100 — 97,13 — 89,22 — 91,85).Cette cerise est donc un peu plus longue que large et nettement plus large qu'épaisse.

Vu de face, la suture vers l'observateur, le fruit à une forme plutôt trapézoïdale.

La section transversale est presque parfaitement elliptique ; le côté dorsal est plus régulier et de convexité plus forte que le côté ventral. Ce dernier est

parfois marqué d'une ou de deux très faibles proéminences, ce qui donne l'impression d'un léger aplatissement (voir figure 20).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 20) :

1. La partie supérieure de la cerise est symétrique. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe du fruit.
2. La partie inférieure du fruit est symétrique.
3. La courbure des faces ventrale et dorsale est semblable. Tout au plus, remarque-t-on que la face ventrale présente parfois une légère proéminence à sa partie médiane.
4. Il y a autant de chair de part et d'autre du noyau.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : arrondie, parfois très légèrement aplatie en raison de la conformation du point pistillaire. La cerise ne se tient pas dressée.

POINT PISTILLAIRE : tout petit point gris foncé, situé soit superficiellement, soit (cas le plus fréquent) dans une cavité très peu profonde et extrêmement étroite.

SUTURE : très fine ligne de même couleur que la peau. Peu visible dans sa partie supérieure, mieux visible dans sa partie inférieure. Jamais située dans une dépression ni sur une proéminence.

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : de largeur faible à moyenne. De profondeur moyenne ou faible. Légèrement infléchie au niveau de la suture.

PÉDONCULE : long et grêle, parfois très long. Moyennement adhérent à la chair. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

CHAIR : brun foncé, croquante, moyennement adhérente au noyau.

JUS : très coloré, peu abondant.

ÉPIDERME : noir, marqué de minuscules ponctuations grisâtres.

GOÛT : peu sucré, peu parfumé, un peu astringent.

RÉSISTANCE A CERTAINES AFFECTIONS : les fruits de cette variété résistent moyennement bien au crevassement et très bien à la pourriture. Ils supportent très bien le transport.

VALEUR COMMERCIALE : moyenne.

Bigarreau C 47 *(Prunus avium).*

ORIGINE : inconnue. Cette variété a été retenue par les membres d'une Commission d'enquête. Elle est identique à la variété « Grevensche ». Cette variété est assez répandue en Suisse, dans la région de Neuchâtel.

ÉPOQUE DE MATURITÉ : moyennement tardive.

NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 115.

FORME ET DIMENSIONS : c'est une très grosse cerise de forme irrégulière en ce sens que l'on constate de nombreuses bosselures.

Mensurations (1951) : 25,15 — 25,25 — 22,02 (100 — 100,39 — 87,55 — 87,20). Cette variété est donc de longueur et de largeur sensiblement égales. Par contre l'épaisseur est toujours très nettement inférieure à la longueur et à la largeur.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est cordiforme arrondi.

La section transversale de cette cerise est tout à fait remarquable : la forme générale est elliptique mais le côté correspondant à la suture et son opposé sont tous deux incurvés, le dernier mentionné l'étant généralement plus que le premier (voir figures 21 et 28).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne diamétralement opposée se présente comme suit (voir figures 21 et 28) :

1. Les lèvres formant la partie supérieure de la cerise n'atteignent pas le même développement. De plus le plan tangent à la cavité pédonculaire est incliné vers la suture.
2. La partie inférieure du fruit est marqué par un aplatissement déprimé, incliné vers le côté opposé à la suture.
3. La courbure des deux faces latérales est très différente : la face dorsale est régulièrement convexe tandis que la face ventrale présente une nette proéminance à sa partie médiane.
4. Il y a autant de chair de part et d'autre du noyau.

Extrémité inférieure du fruit : aplatie, à part l'éperon terminal.

Point pistillaire : c'est un tout petit point noir proéminent. Il n'est pas situé à la partie inférieure de la cerise mais bien au bord d'une petite plage faiblement mais très nettement déprimée. Cette plage commence à l'éperon terminal et se dirige vers la face dorsale.

Suture : fine ligne de même couleur que la chair, située entre les deux proéminences bordant la dépression de la face ventrale. La suture est terminée à sa partie inférieure par un éperon.

Cavité pédonculaire : très large, très fortement incurvée au niveau de la suture et à son opposé. Ces deux dépressions ont approximativement la même profondeur. La dépression dorsale est plus étroite que l'autre.

Pédoncule : long et assez fort. Très fortement adhérent à la chair. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

Chair : très croquante, blanchâtre et non adhérente au noyau.

Jus : non coloré et moyennement abondant.

Épiderme : un côté est souvent rouge ou rose, l'autre étant marqué d'une plage blanchâtre plus ou moins grande. Parfois on constate des marbrures blanchâtres. On remarque, de plus, de nombreux et minuscules points gris clair.

Goût : acidulé, parfumé, très bon pour une cerise non sucrée.

Sensibilité a certaines affections : bonne résistance au crevassement très bonne résistance à la pourriture ; variété supportant très bien le transport.

Valeur commerciale : inconnue car la variété est extrêmement peu répandue en raison de sa faible fertilité. (Probablement serait-il intéressant à ce propos d'examiner le problème de la fécondation croisée ?).

Vroege bruine Bigarreau *(Prunus avium).*

ORIGINE : Il existe assurément plus d'un type de Vroege Bruine Bigarreau et de Vroege Bigarreau. La description ci-dessous ne correspond donc pas à tout ce qu'on pourrait trouver sous ce même nom. Le type que nous avons examiné ressemble, à s'y méprendre, à la véritable Hedelfinger Riesenkirsche.

ÉPOQUE DE MATURITÉ : moyennement tardive.

NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 120.

FORME ET DIMENSIONS : très grosse cerise de forme très régulière.

Mensurations (1951) : 23,46 — 22,70 — 20,97 (100 — 96,76 — 89,38 — 92,37). Cette variété est donc légèrement plus longue que large et plus large qu'épaisse.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est cordiforme très arrondi.

La section transversale de cette cerise n'est pas constante. Le plus souvent elle est représentée par une ellipse très arrondie. Il arrive que cette forme se rapproche d'un D, et ce, à la suite de la tendance rectiligne du côté ventral (voir figure 22).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 22) :

1. Les deux lèvres formant la partie supérieure du fruit sont d'inégale importance : la lèvre du côté suture est plus petite que l'autre. De plus le plan tangent à la cavité pédonculaire est incliné vers la suture.
2. La partie inférieure du fruit est marquée d'une zone plane inclinée presque parallèlement au plan tangent à la cavité pédonculaire.
3. La courbure des deux faces latérales est sensiblement la même.
4. Il y a moins de chair entre le noyau et la suture qu'entre le noyau et le côté opposé à la suture.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : arrondie-aplatie.

POINT PISTILLAIRE : c'est un très petit point gris, situé dans une petite zone aplatie, *à peine incurvée,* inclinée sur l'axe du fruit puisque logée dans l'aplatissement inférieur signalé plus haut. Ce point pistillaire n'est pas situé à l'extrémité inférieure de la cerise mais bien à une très faible distance de la pointe, sur la face opposée à la suture.

SUTURE : c'est une ligne noirâtre, peu nette en ce sens que ce n'est pas un trait unique mais bien un ensemble de petits traits qui ne sont pas toujours rigoureusement dans le prolongement l'un de l'autre. La suture est peu visible dans sa partie supérieure. Elle n'est située ni dans une dépression ni sur une proéminence.

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : très étroite et moyennement profonde. Peu ou pas infléchie au niveau de la suture et à son opposé.

PÉDONCULE : de longueur moyenne, plutôt mince. Faiblement à moyenne-

ment adhérent à la chair. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

CHAIR : croquante, de couleur foncée, moyennement adhérente au noyau.

JUS : coloré, assez abondant.

ÉPIDERME : brun, ponctué voire strié de taches blanchâtres.

GOÛT : peu sucré, peu parfumé, laissant un arrière-goût de tanin.

SENSIBILITÉ A CERTAINES AFFECTIONS :

1. Sensibilité au crevassement : moyenne.
2. Sensibilité à la pourriture : très faible.
3. Résistance au transport : très bonne.

VALEUR COMMERCIALE : très bonne.

Bigarreau Napoléon *(Prunus avium).*

ORIGINE : probablement allemande. Rebaptisée « Bigarreau Napoléon » en Belgique par un horticulteur d'Enghien.

Dans le Limbourg, on cultive une variété dénommée « Capucienen » qui est identique à Bigarreau Napoléon.

SYNONYMES : dans la région de Saint-Trond, on appelle couramment cette variété des noms de Capucien, Witbuik et Bigarreau blanc, cette dernière dénomination étant probablement erronée.

ÉPOQUE DE MATURITÉ : moyennement tardive.

NOMBRE DE CERISES AU KG : aux environs de 120.

FORME ET DIMENSIONS : très grosse cerise de forme régulière.

Mensurations (1951) : 24,37 — 24,41 — 21,85 (100 — 100,16 — 89,65 — 89,51). Cette variété est donc généralement de longueur et largeur sensiblement égales. Par contre la longueur et la largeur sont nettement supérieures à l'épaisseur.

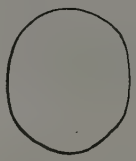
Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit a une forme nettement arrondie.

La section transversale de cette cerise se présente sous forme d'un D parfait. Ce qui est remarquable à ce point de vue c'est que le côté plat est beaucoup plus étendu que chez d'autres variétés présentant le même caractère, ou qui ont cette même tendance (voir figure 23).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 23) :

1. Les deux lèvres formant la partie supérieure du fruit sont assez symétriques mais le plan tangent à la cavité pédonculaire est légèrement incliné vers la suture.
2. La partie inférieure du fruit n'est pas symétrique en ce sens qu'il y a

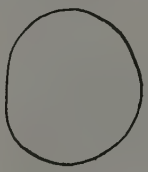
Bigarreau Brun Hâtif. 22.



section transversale.

section longitudinale.

Big. Napoléon (Capucien.) 23.

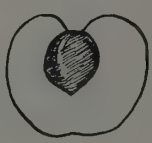


section transversale.

section longitudinale.

Wimmertingse. 24.

Section transversale.



Section longitudinale.

une zone aplatie du côté opposé à la suture, légèrement inclinée par rapport à l'axe cavité-pointe.

3. La courbure des deux faces latérales est différente : le côté opposé à la suture est régulièrement convexe tandis que la ligne suivant la suture présente une sorte de bec dans la partie médiane de son profil.
4. L'épaisseur de la chair est la même de part et d'autre du noyau.

Extrémité inférieure du fruit : arrondie.

Point pistillaire : c'est un point gris superficiel ou peu s'en faut. Dans ce dernier cas, il est situé dans une dépression extrêmement peu marquée, la surface de cette plage étant très petite.

Suture : il n'est pas rare qu'elle soit absolument invisible. Il est fréquent qu'elle ne soit que partiellement visible, et dans ce cas elle est rouge sur fond blanc ou blanche sur fond rouge. Elle n'est située ni dans une dépression ni sur une proéminence.

Cavité pédonculaire : de grandeur moyenne et de profondeur assez forte. Nettement infléchie au niveau de la suture et à son opposé.

Pédoncule : de longueur et d'épaisseur moyennes. Faiblement adhérent à la chair. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

Chair : croquante, blanchâtre et non adhérente au noyau.

Jus : non coloré, assez abondant.

Épiderme : de couleur rose à rouge, *recouvert d'un très fin réseau* blanchâtre ; souvent un côté est tout à fait blanchâtre.

Goût : assez acidulé.

Sensibilité a certaines affections :

1. Sensibilité au crevassement : très sensible.
2. Résistance à la pourriture : très bonne.
3. Résistance au transport : très bonne.

Valeur commerciale : très bonne.

Wimmertingse *(Prunus avium)*.

Origine : douteuse. Obtention probablement anglaise. Elle est peu répandue en Belgique, on la trouve dans quelques vergers de la région de Saint-Trond. Très répandue en Allemagne sous le nom de « Büttners Späte rote Knorpelkirsche ».

Époque de maturité : moyennement tardive.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 160.

Forme et dimensions : cerise pas tellement régulière, assez grosse.

Mensurations (1951) : 20,30 — 22,44 — 20,47 — (100 — 110,54 — 100,83

— 91,22). Ces cerises sont donc de largeur nettement supérieure à la longueur et à l'épaisseur. Par contre longueur et épaisseur sont sensiblement égales.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est à tendance doliforme.

La section transversale de cette cerise est tout à fait typique : forme générale elliptique, les deux grands côtés étant plans, avec parfois une légère tendance à être un peu incurvés (voir figure 24).

La coupe longitudinale passant par la suture et par la ligne diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 24) :

1. Les deux lèvres formant la partie supérieure du fruit sont symétriques et le plan tangent à la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe cavité-pointe.
2. Les mêmes remarques peuvent être exprimées pour ce qui concerne la partie inférieure du fruit.
3. La courbure des deux faces latérales est semblable.
4. L'épaisseur de la chair est la même de part et d'autre du noyau.

Extrémité inférieure du fruit : nettement aplatie. La cerise se tient dressée lorsqu'on la pose sur un plan horizontal.

Point pistillaire : c'est un petit point grisâtre, situé dans une dépression régulière et perpendiculaire à l'axe cavité-pointe. Cette dépression est très faible mais nette. De plus elle est tourmentée par la suture et par d'autres lignes dépressives radiales.

Suture : est constituée par une ligne dont la couleur est différente de la couleur de fond de la cerise en cet endroit. La suture prend souvent l'allure d'une faible dépression là où elle aboutit au point pistillaire.

Cavité pédonculaire : extrêmement large et peu profonde. Elle est déprimée au niveau de la suture et à son opposé.

Pédoncule : sa longueur est généralemenr en dessous de la moyenne. La même remarque vaut pour son épaisseur. Le pédoncule est fortement adhérent à la chair. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

Chair : très croquante ; blanc-jaunâtre, pas adhérente au noyau.

Jus : non coloré, peu abondant.

Épiderme : brun, marbré de taches tantôt plus foncées, tantôt plus claires que la coloration générale. Parfois marqué de très fines ponctuations gris clair.

Goût : acidulé, bien parfumé, très agréable.

Sensibilité a certaines affections :

1. Sensibilité au crevassement : moyenne.
2. Résistance à la pourriture : très bonne.
3. Résistance au transport : très bonne.

Valeur commerciale : très bonne.

Schneiders Knorpelkirsche *(Prunus avium).*

Remarque importante : cette variété qui est fortement utilisée pour le regreffage des mauvaises variétés est connue dans tout le Limbourg sous le nom de « Hedelfinger Riesenkirsche ». Cette dénomination est assurément erronée.

Origine : Scheiders Knorpelkirsche est d'origine allemande ; elle est issue de semis vers le milieu du XIX^{e} s. à Guben et fut appelée du nom de son obtenteur. C'est une variété très répandue en Allemagne centrale.

Époque de maturité : tardive.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 130.

Forme et dimensions : très grosse cerise, très régulière.

Mensurations (1951) : 22,92 — 24,89 — 21,73 (100 — 108,59 — 94,80 — 87,30). Cette cerise est donc très nettement plus large que longue et plus longue qu'épaisse.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est plutôt régulier et globuleux.

La section transversale est très nettement en forme de D (voir figure 25).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 25) :

1. Les deux lèvres formant la partie supérieure du fruit sont semblables. Le plan tangent a la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe du fruit.
2. La partie inférieure du fruit est régulièrement arrondie. La seule remarque à faire est que le point pistillaire est plutôt situé du côté de la suture.
3. Les deux faces latérales sont semblables quant à l'allure de leur convexité.
4. Le noyau est plus rapproché de la suture que de la face dorsale.

Extrémité inférieure du fruit : en vue de face : très aplatie.
en vue de profil : pointue-arrondie.

La cerise ne se tient généralement pas dressée.

Point pistillaire : petit point gris, *souvent acuminé.* De part et d'autre, de cette pointe, il y a souvent un, voire deux, petits plans inclinés déprimés Quand il n'y en a qu'un, il est souvent situé du côté de la suture.

Suture : *le plus souvent invisible dans son tiers supérieur.* Ensuite c'est une ligne noirâtre peu marquée.

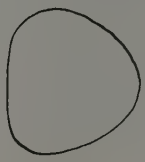
Cavité pédonculaire : très large et peu profonde. Très fortement incurvée au niveau de la suture et nettement moins à son opposé.

Pédoncule : long à très long. Généralement fort.

Adhérence à la chair : tout au plus moyenne. Il n'est pas rare que l'arrachage du pédoncule provoque une goutte de jus.

25

Schneiders Knorpelkirsche.

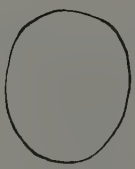


Section transversale.

Section longitudinale.

26.

Ossekop.



Section transversale.

Section longitudinale.

27.

Zwarte Bigarreau van Ordingen.

Section transversale.

Section longitudinale.

CHAIR : rosée, croquante. Moyennement à peu adhérente au noyau.
JUS : abondant et non coloré.
ÉPIDERME : rouge à brun, strié de tâches blanchâtres.
GOÛT : très bon, très parfumé.
SENSIBILITÉ A CERTAINES AFFECTIONS : bonne résistance au crevassement, très bonne résistance à la pourriture. Supportent très bien le transport.
VALEUR COMMERCIALE : très bonne.

Ossekop *(Prunus avium).*

ORIGINE : inconnue.
ÉPOQUE DE MATURITÉ : tardive.
NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 140.
FORME ET DIMENSIONS : grosse cerise de forme régulière.

Mensurations (1951) : 22,43 — 25,16 — 21,77 (100 — 112,17 — 97,05 — 86,52). Cette cerise est donc beaucoup plus large que longue et légèrement plus longue qu'épaisse. Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est typiquement doliforme. La section transversale révèle une nette tendance à la forme en D. De plus la face opposée à la suture n'est pas toujours courbe mais, souvent, sa partie médiane est rectiligne (voir figure 26).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 26) :

1. La partie supérieure du fruit est symétrique ou peu s'en faut. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est perpendiculaire à l'axe du fruit.
2. La partie inférieure du fruit ne présente rien de spécial.
3. Les deux faces latérales sont également courbes.
4. Le noyau se trouve plus rapproché de la suture que de la ligne dorsale.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : aplatie, bien régulière. Le fruit se tient souvent dressé lorsqu'on le pose sur un plan horizontal.
POINT PISTILLAIRE : point blanchâtre situé dans une petite cavité peu profonde mais très nette et toujours présente. Cette cavité n'est pas tourmentée par des dépressions radiales. Cette cavité est perpendiculaire à l'axe du fruit.
SUTURE : très fine ligne noirâtre peu visible. Généralement elle n'est pas dans une dépression.
CAVITÉ PÉDONCULAIRE : *très large et très profonde.* Très fortement infléchie au niveau de la suture et à son opposé.
PÉDONCULE : long et généralement fort.
ADHÉRENCE A LA CHAIR : au moins moyenne. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.
CHAIR : rouge à rouge foncé. Peu adhérente au noyau.
ÉPIDERME : brun à maturité complète, ponctué de gris-blanc.

GOÛT : peu sucré, assez bien parfumé mais léger arrière-goût de tanin.

SENSIBILITÉ A CERTAINES AFFECTIONS : les cerises « Ossekop » sont très sujettes au crevassement. En 1951 une très grande partie de la récolte a été perdue de cette façon. Les fruits résistent moyennement bien à la pourriture. Par contre, ils supportent bien le transport.

VALEUR COMMERCIALE : peut être considérée comme bonne.

Zwarte Bigarreau van Ordingen *(Prunus avium)*.

ORIGINE : inconnue.

ÉPOQUE DE MATURITÉ : tardive.

FORME ET DIMENSIONS : la cerise est très grosse et d'une remarquable régularité de formes. Plus ou moins 135 cerises au Kg.

Mensurations (1951) : 22,89 — 23,40 — 21,45 (100 — 102,32 — 93,70 — 91,66).

Cette cerise est donc moins longue que large et plus longue qu'épaisse.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est trapézoïdal arrondi.

La section transversale est remarquable en ce sens que la face ventrale est très nettement aplatie ce qui donne au fruit une forme de D (voir figure 27).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 27) :

1. La partie supérieure du fruit est asymétrique : la lèvre dorsale est plus développée que la lèvre ventrale et le plan tangent à la cavité pédonculaire est incliné vers la suture.
2. La partie inférieure du fruit est de forme régulière et le plan tangent est perpendiculaire à l'axe du fruit.
3. La convexité des deux faces verticales est semblable.
4. Le noyau est généralement situé au centre du fruit.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : toujours aplatie. La cerise se tient dressée lorsqu'on la pose sur un plan horizontal.

POINT PISTILLAIRE : constitué d'un petit point gris, situé au centre d'une cuvette très peu profonde et de largeur moyenne. Cette cavité est bien régulière et n'est marquée d'aucun sillon radial, même pas à l'endroit de la suture. Cette partie du fruit est très caractéristique.

SUTURE : constituée par une fine ligne noire s'accentuant au fur et à mesure que l'on s'éloigne du pédoncule. La suture est absolument superficielle, jamais située dans une dépression ou sur une protubérance.

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : généralement étroite et peu à moyennement profonde. Peu infléchie au niveau de la suture et à son opposé. Le plan de cette cavité est très fortement incliné vers la suture.

Pédoncule : de grandeur généralement moyenne, parfois assez longue.
Épaisseur moyenne. Adhérence au fruit : moyenne. L'arrachage du pédoncule provoque souvent la naissance d'une goutte de jus.
Chair : croquante, foncée, moyennement adhérente au noyau.
Jus : coloré, peu abondant (cerise sèche).
Épiderme : brun, jamais noir, très brillant, dur.
Goût : peu sucré, assez bien parfumé, mais laisse dans la bouche un arrière-goût plutôt désagréable de tanin, surtout lorsque la cueillette est prématurée.
Sensibilité a certaines affections : les fruits sont moyennement résistants au crevassement, pourrissent difficilement, supportent très bien le transport.
Valeur commerciale : très bonne.

Kastanje *(Prunus avium).*

Origine : inconnue.
Époque de maturité : tardive.
Nombre de cerises au kg : plus ou moins 190.
Forme et dimensions : cerise de grosseur moyenne, de forme régulière.

Mensurations (1951) : 19,72 — 21,48 — 18,83 (100 — 108,92 — 95,48 — 87,66). Cette cerise est donc nettement plus large que longue et plus longue qu'épaisse.
Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est doliforme trapézoïdal.
La section transversale est généralement de forme elliptique parfaite (voir figure 29).
La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 29) :

1. La partie supérieure du fruit est symétrique et régulière. Le plan tangent à la cavité pédonculaire est incliné vers la suture.
2. La partie inférieure du fruit présente les mêmes caractéristiques que la partie supérieure.
3. Les deux faces latérales sont plus ou moins semblables : la moitié inférieure de chacune de ces deux faces a tendance à être rectiligne ou tout au moins d'une courbure moins accentuée que celle de la partie supérieure.
4. Le noyau se trouve plus rapproché de la suture que de la face dorsale.

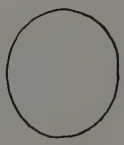
Extrémité inférieure du fruit : arrondie-aplatie. Le fruit se tient dressé lorsqu'on le pose sur un plan horizontal.
Point pistillaire : petit point gris clair, situé dans une cavité moyennement large et moyennement profonde, *marquée souvent de trois sillons radiaux*

Grevensche. 28.

Section transversale.

Section longitudinale.

Kastanje. 29.



Section transversale.

Section longitudinale.

Udensche Spaansche. 30.

Section transversale.

Section longitudinale.

faisant entre eux un angle de 1/3 de circonférence, un de ces sillons étant constitué par la partie terminale de la suture.

SUTURE : *presqu'invisible.* Elle est de la même couleur que la peau, superficielle. Ce n'est qu'à son aboutissement au point pistillaire qu'elle se trouve logée dans une faible dépression, et ce, sur 1 ou 2 mm. de longueur.

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : assez large et assez profonde. A peine ou pas infléchie au niveau de la suture et à son opposé.

PÉDONCULE : de longueur moyenne et d'épaisseur moyenne.

Adhérence à la chair : moyenne, parfois au-dessus de la moyenne. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

CHAIR : croquante, très foncée, moyennement adhérente au noyau.

JUS : noirâtre, moyennement abondant.

ÉPIDERME : noir à maturité complète. Très finement ponctué de rouge foncé.

GOÛT : pas très sucré. La cerise laisse dans la bouche un certain arrière-goût amer et de tanin. Au total, cette cerise n'est pas fameuse.

SENSIBILITÉ A CERTAINES AFFECTIONS : les fruits résistent bien au crevassement mais sont sensibles à la pourriture. Ils supportent bien le transport.

VALEUR COMMERCIALE : moyenne à bonne.

Udensche Spaansche *(Prunus avium).*

ORIGINE : inconnue.

ÉPOQUE DE MATURITÉ ; tardive.

NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 135.

FORME ET DIMENSIONS : très grosse cerise de forme régulière.

Mensurations (1951) : 22,75 — 25,39 — 21,80 (100 — 111,60 — 95,82 — 85,86). Cette cerise est donc fortement plus large que longue. Elle est plus longue qu'épaisse.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est cordiforme aplati à trapézoïdal.

La section transversale est d'allure elliptique (voir figure 30).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 30) :

1. La lèvre dorsale de la cavité pédonculaire est plus développée que la lèvre ventrale. De plus le plan tangent à la cavité pédonculaire est incliné vers la suture.
2. La partie inférieure du fruit est symétrique. Le plan tangent est perpendiculaire à l'axe du fruit.
3. Les deux faces verticales sont plus ou moins semblables. La moitié supérieure de chacune de ces deux faces est bombée tandis que la moitié inférieure a une tendance à être rectiligne.
4. Le noyau est situé au centre de la section.

EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU FRUIT : aplatie. Le fruit se tient généralement dressé lorsqu'on le pose sur un plan horizontal.

POINT PISTILLAIRE : constitué par un petit point gris situé dans le fond d'une cavité assez étroite et moyennement profonde. Cette cavité est régulière.

SUTURE : constituée par une ligne rougeâtre, située à fleur de peau. Cette ligne présente, à sa partie inférieure là où elle aboutit au point pistillaire, une légère tendance à s'enfoncer dans une très faible dépression.

CAVITÉ PÉDONCULAIRE : plutôt étroite et nettement profonde. Très fortement incurvée au niveau de la suture et à son opposé.

PÉDONCULE : court à moyen, souvent fort.

Adhérence au fruit : forte à très forte. L'arrachage du pédoncule ne provoque pas la naissance d'une goutte de jus.

CHAIR : très croquante, blanc-jaunâtre. Non adhérente au noyau.

JUS : non coloré. Peu abondant.

ÉPIDERME : dur, rouge, strié-ponctué ou (et) maculé de blanc-crêmeux.

GOÛT : acidulé, parfumé.

SENSIBILITÉ A CERTAINES AFFECTIONS : les fruits résistent remarquablement bien au crevassement, à la pourriture, et supportent également très bien le transport.

VALEUR COMMERCIALE : très bonne.

Late Bruine Bigarreau *(Prunus avium).*

ORIGINE : inconnue.

ÉPOQUE DE MATURITÉ : tardive.

NOMBRE DE CERISES AU KG : plus ou moins 160.

FORMEE T DIMENSIONS : cerise de grosseur moyenne et de forme bien régulière.

Mensurations (1951) : 21,96 — 21,59 — 19,44 (100 — 100,60 — 90,58 — 90,04). Cette cerise est donc de longueur et largeur pratiquement égales. Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est de forme presque ronde (voir figure 31).

La section transversale se présente le plus souvent sous forme de D.

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 31) :

1. La partie supérieure du fruit est asymétrique en ce sens que la lèvre dorsale est plus développée que la lèvre ventrale. D'autre part le plan tangent à la cavité pédonculaire est incliné vers la suture.
2. Le plan tangent à la partie inférieure du fruit est perpendiculaire à l'axe de la cerise.
3. Les deux faces verticales de ce fruit sont symétriques ; la convexité de chacune d'elles est semblable et régulière.
4. Il y a en général autant de chair de part et d'autre du noyau.

Extrémité inférieure du fruit : vue de profil, cette extrémité est aplatie, et ce, à cause de la présence de la cuvette du point pistillaire. La cerise se tient généralement dressée.

Point pistillaire : est constitué par un très petit point gris situé dans une cavité *très peu profonde* et souvent étroite et régulière. Le plan de cette cavité est perpendiculaire à l'axe du fruit.

Suture : lorsque la cerise n'est pas trop foncée la couleur de la suture ressort très fort. Elle est constituée d'une large ligne noirâtre, superficielle.

Cavité pédonculaire : très étroite et assez profonde. Ce qui est remarquable c'est qu'elle n'est *pas incurvée au niveau de la suture à son opposé*. Mais le plan de cette cavité est fortement incliné vers la suture.

Pédoncule : assez long et généralement mince.

Adhérence à la chair : assez faible. L'arrachage du pédoncule provoque souvent la formation d'une goutte de jus.

Chair : croquante, foncée, peu adhérente au noyau.

Jus : coloré, moyennement abondant.

Peau : brune à maturité complète. Très finement ponctuée de gris clair ce qui lui donne un aspect semblable à celui d'une pelure d'orange.

Goût : rien de bien spécial. Peu sucré et peu parfumé ; goût de tanin.

Sensibilités a certaines affections : les fruits sont très peu sensibles au crevassement et peu sensibles à la pourriture. Ils résistent très bien au transport.

Valeur commerciale : très bonne en raison de la très belle apparence du fruit.

Late Kraker *(Prunus avium)*.

Origine : inconnue.

Époque de maturité : tardive.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 195.

Forme et dimensions : cerise plutôt petite, de forme régulière.

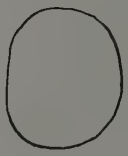
Mensurations (1951) : 18,66 — 20,69 — 18,41 (100 — 110,87 — 98,66 — 88,98). Cette cerise est donc beaucoup plus large que longue. La longueur et l'épaisseur sont à peu près d'égale importance.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est de forme très arrondie.

La section transversale montre une tendance très nette vers la forme elliptique parfaite. Mais cette forme n'est pas toujours d'une absolue régularité de lignes. On constate de-ci de-là la présence d'un petit angle peu marqué (voir figure 32).

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 32) :

Bigarreau Brun Tardif. 31.



Section transversale.

Section longitudinale.

Late Kraker. 32.

Section transversale.

Section longitudinale.

Griotte du Nord. 33.

Section transversale.

Section longitudinale.

1. La partie supérieure du fruit est généralement symétrique et perpendiculaire à l'axe de la cerise.
2. La partie inférieure du fruit est toujours très inclinée vers la suture.
3. Les faces latérales présentent une convexité semblable.
4. Le noyau est beaucoup plus rapproché de la face ventrale que de la face dorsale. Ce caractère est très marqué et constant.

Extrémité inférieure du fruit : très aplatie. La cerise se tient toujours parfaitement dressée mais elle est toujours inclinée vers la suture.

Point pistillaire : cette partie du fruit est absolument caractéristique. Le point pistillaire est constitué par un gros point de couleur plus ou moins claire. *Ce point est souvent troué.* Il est situé au fond d'une cavité assez large et *très profonde*, souvent régulière, souvent crevassée.

Le plan de la cavité est incliné vers la suture.

Suture : elle est constituée par une ligne noire mieux marquée dans sa partie inférieure que dans sa partie supérieure. Cette ligne est souvent située dans une très légère dépression là où elle aboutit au point pistillaire.

Cavité pédonculaire : assez large et assez profonde. *Fortement incurvée au niveau de la suture et à son opposé.*

Pédoncule : long et moyennement fort.

Adhérence du pédoncule à la chair : moyennement faible. Il n'y a pas formation d'une goutte de jus lorsqu'on arrache le pédoncule.

Chair : de couleur très foncée, croquante, peu à moyennement adhérente au noyau.

Jus : très coloré. Pas tellement abondant.

Épiderme : brun. Très finement marbré de gris clair, ce qui lui donne un peu l'aspect d'une peau d'orange. Mais ce caractère est moins marqué que chez la variété Late Bruine Bigarreau.

Goût : peu sucré, un peu plus parfumé que la Late Bruine Bigarreau. Rien de bien spécial.

Sensibilité a certaines affections : les fruits résistent moyennement bien au crevassement mais très bien à la pourriture. Ils supportent très bien le transport.

Valeur commerciale : bonne.

Griotte du Nord *(Prunus Cerasus).*

Origine : incertaine.

Époque de maturité : très tardive.

Nombre de cerises au kg : plus ou moins 210.

Forme et dimensions : cerise très petite, de forme très régulière.

Mensurations (1951) : 18,09 — 19,75 — 17,88 (100 — 109,10 — 99 —

90,53). Cette cerise est donc légèrement plus large que longue et légèrement plus longue qu'épaisse.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est doliforme.

La section transversale se présente sous forme d'un D parfait.

La coupe longitudinale passant par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 33) :

1. Les deux lèvres de la partie supérieure du fruit sont différentes : la lèvre dorsale est plus développée qua la lèvre ventrale. Le plan perpendiculaire à la cavité pédonculaire est incliné vers la suture.
2. La partie inférieure du fruit est régulière et symétrique. Le plan tangent est légèrement incliné vers la suture.
3. Les deux faces latérales présentent la même convexité.
4. Le noyau est plus rapproché de la suture que de la face dorsale. Ce caractère est constant et très fortement marqué.

Extrémité inférieure du fruit : très aplatie. Le fruit se tient toujours dressé, plutôt penché vers la suture.

Point pistillaire : constitué par un petit point creux et noirâtre. Il est situé dans une zone aplatie et marquée en son centre d'une *minuscule* dépression bien régulière.

Suture : très peu marquée, de la même couleur que la peau, ni dans une dépression, ni sur une protubérance.

Cavité pédonculaire : extrêmement étroite et extrêmement peu profonde. Assez bien incurvée au niveau de la suture et moins ou pas à son opposé.

Pédoncule : généralement très court et fort. S'élargit assez fortement à son point d'insertion sur le fruit.

Adhérence au fruit : très faible. L'arrachage du pédoncule provoque souvent la naissance d'une goutte de jus.

Chair : très molle, rouge, très peu adhérente au noyau sauf à la partie ventrale de ce dernier.

Jus : coloré.

Épiderme : rouge à rouge foncé à maturité complète. Très finement ponctué de taches rouge clair.

Goût : très acide et très astringent.

Remarque : grande résistance au crevassement ; variété sujette à la moniliose.

Griotte de Schaerbeek *(Prunus Cerasus)*.

Origine : incertaine.

Époque de maturité : très tardive.

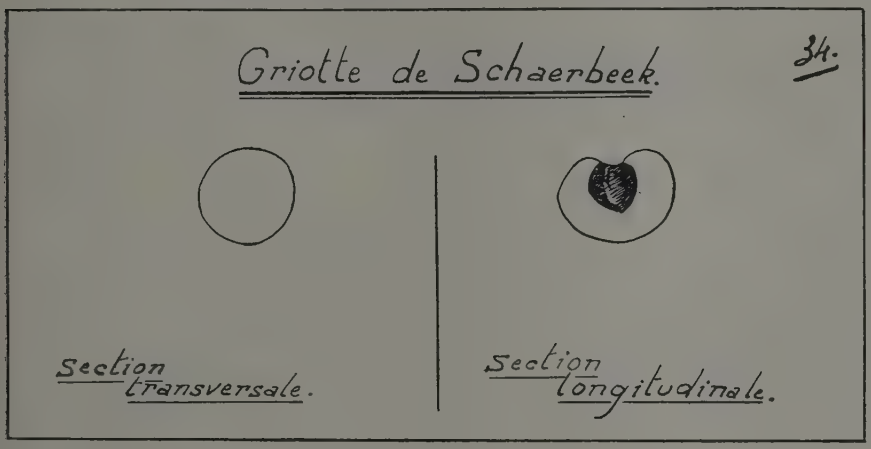
Nombre de cerises au kg : plus ou moins 310.

Forme et dimensions : cette cerise est extrêmement petite. Elle est très régulière.

Mensurations (1951) : 14,49 — 17,21 — 15,74 (100 — 118,77 — 108,62 — 91,45). Cette cerise est donc beaucoup plus large que longue et nettement plus épaisse que longue.

Vu de face, la suture dirigée vers l'observateur, le fruit est doliforme très aplati.

La section transversale apparaît comme une ellipse parfaite, avec cependant une tendance vers un aplatissement du côté de la suture (voir figure 34).



La coupe longitudinale passent par la suture et la ligne dorsale diamétralement opposée se présente comme suit (voir figure 34) :

1. La partie supérieure du fruit est asymétrique : la lèvre dorsale est plus développée que la lèvre ventrale. Le plan tangent est incliné vers la suture.
2. La partie inférieure du fruit est de forme régulière et symétrique. Le plan tangent à cette extrémité est perpendiculaire à l'axe du fruit.
3. La convexité des deux faces latérales est semblable.
4. Le noyau se trouve plus rapproché de la face ventrale que de la face dorsale.

Extrémité inférieure du fruit : très aplatie. La cerise se tient merveilleusement bien dressée, avec une légère tendance à se pencher vers la suture.

Point pistillaire : constitué par un petit point gris clair, *non creux* (ce qui le différencie nettement de celui de la Griotte du Nord), situé dans une large zone plate, dans une cavité encore moins accentuée que chez la Griotte du Nord.

Suture : encore beaucoup moins visible que chez la Griotte du Nord, donc très peu perceptible.

CAVITÉ : extrêmement étroite et peu profonde (cependant un peu plus profonde que chez Griotte du Nord). A peine infléchie au niveau de la suture et encore moins à son opposé.

PÉDONCULE : de longueur assez variable mais le plus souvent au moins moyenne. *Très grêle.* Ce pédoncule est assez rarement muni d'une petite feuille.

Adhérence à la chair : très faible. L'arrachage du pédoncule ne provoque généralement pas la formation d'une goutte de jus.

CHAIR : très molle, de couleur rouge à rouge foncé. Très peu adhérente au noyau sauf à la partie ventrale.

JUS : abondant et coloré.

ÉPIDERME : de couleur brune à maturité complète. Les fines ponctuations sont soit inexistantes, soit très peu visibles.

GOÛT : très acide et très astringent.

REMARQUE : Les Griottes de Schaerbeek sont très résistantes au crevassement.

STATION DE RECHERCHES POUR L'AMÉLIORATION
DE LA POMME DE TERRE — LIBRAMONT

L'étuvage et l'ensilage des tubercules

par Léon Nys.

La place de plus en plus grande que sont appelés à occuper dans notre pays l'étuvage et l'ensilage des tubercules en vue de l'alimentation du bétail, et l'importance primordiale que cette destination de la pomme de terre peut, et même doit prendre, dans certaines conjonctures économiques agricoles, nous ont incité à nous pencher sur le côté purement technique et chimique du problème de façon à en déduire les conditions capables de réduire au maximum les pertes que de tels traitements sont susceptibles de provoquer.

Malheureusement, des phénomènes variés, s'entremêlant les uns les autres rendent cette investigation malaisée : Quelle est l'importance de l'hydrolyse, et combien de temps après le traitement ses effets se font-ils sentir ? A partir de quel moment se déclenche l'écoulement des eaux ou du jus qui entraîne une quantité appréciable de sucre formé ? Et dans quelle proportion cet entraînement a-t-il lieu ? Dans quelle mesure l'éclatement éventuel de la peau des tubercules a-t-il provoqué l'écoulement du jus contenant une partie plus ou moins notable d'amidon ? Si nous ajoutons à cela les phénomènes de fermentation qui peuvent se déclencher à n'importe quel moment sous une ou plusieurs formes, nous aurons ainsi une idée de la complexité du problème.

C'est pourquoi, partant de cette première série d'essais, nous avons essayé de trouver une solution « théorique » à ces questions, et ce, en partant de données purement chimiques tout en introduisant dans nos raisonnements le maximum de facteurs tirés de la pratique même.

Le sujet n'est pas encore épuisé ; et peut-être même des constatations ultérieures amèneront-elles certaines corrections à ce qui va suivre : mais notre premier but était, de trouver le moyen, ne disposant que de résultats analytiques seuls (comme c'est le plus souvent le cas) de tirer de simples chiffres la « valeur » du silage considéré. Autrement dit, nous avons voulu bâtir une « Théorie » susceptible de donner des résultats se rapprochant au maximum de ceux réellement obtenus. Notre étude s'établira comme suit :

Chap. I. — Résultats Analytiques.

§ 1. Détermination de la perte en poids subie par 100 kg traités.

A. A partir de la cellulose

B. A partir de la teneur en cendres.

C. Perte en poids théorique.

§ 2. Étude des variations de poids et de composition durant et après traitement.

A. De la perte en eau (évaporation-condensation).

B. De la perte en matière sèche (lessivage et fermentation).

§ 3. Étude des variations subies par les constituants de la matière sèche.

1. Hydrates de carbone.
2. Amidon (fécule).
3. Sucres.
4. Matières protéiques.

Chap. II. — Phénomènes connexes au traitement.

§ 1. Du lessivage :

1. Less. primaire par vapeur condensée.
2. Less. secondaire par condensation de l'eau évaporée.
3. Détermination des pertes respectives en sucres et matières protéiques : lessivage primaire.
   lessivage secondaire
   pertes totales par lessivage.
4. Expression de l'intensité du lessivage.

§ 2. De la Fermentation.

Chap. III. — Étude des résultats.

§ 1. Bilan : *a.* des sucres.
b. des matières protéiques.

§ 2. Résultats moyens observés dans les essais considérés, et conclusions tirées du bilan moyen.

§ 3. Étude des corrélations.

§ 4. Valeur alimentaire.

Chap. IV. — Conclusions Générales.

Remarques générales sur les essais.

Dans tous les cas, l'étuvage s'est effectué en silo, par injection directe de la vapeur dans les tubercules en place. La machine utilisée fut l'« Osly », avec double pal injecteur dont les bras sont distants de 0,80 m. Dans l'essai Claren, le silo existait déjà depuis quelques mois, avec les tubercules ensilés tels quels : nous constaterons d'ailleurs plus loin que c'est précisément ce silo qui a subi les pertes les plus faibles par étuvage : ce qui est normal puisque la masse, qui avait déjà subit certaines pertes, présentait au moment du traitement des conditions idéales de tassement. La durée de chaque injection oscillait entre 20 et 30 minutes. Les injections s'effectuaient en moyenne de 30 en 30 cm.

Les silos, recouverts d'une couche de terre de 25-30 cm d'épaisseur, se présentaient de façon fort variables en situation et section :

Les uns en pleine terre : Thomas-Déom-Claren-Golenvaux.

Les autres dans une stalle d'écurie (Dangis) ou sous hangar à même le sol (Gourdange).

Les dimensions moyennes des silos seront reprises dans l'exposé.

CONSTATATIONS GÉNÉRALES AU CONTRÔLE :

Aucune odeur butyrique ne fut décelée et le tassement était toujours insuffisant pour provoquer l'éclatement de la peau des tubercules : ce qui eut provoqué une perte d'amidon par entraînement direct.

CHAPITRE I

DES RÉSULTATS ANALYTIQUES

§ 1. DÉTERMINATION DE LA PERTE EN POIDS SUBIE PAR 100 KG DE TUBERCULES TRAITÉS.

Des données tirées de l'observation et de l'analyse chimique, un renseignement de toute première importance nous manque : la perte en poids subie par 100 kg de tubercules traités.

Force nous est donc de recourir à un artifice en calculant cette perte d'une façon théorique, tout en s'approchant le plus possible de la réalité : les teneurs en cellulose et en cendres vont nous servir de base, en tenant compte des principes suivants :

a. La quantité de cellulose doit se retrouver intégralement après traitement. Or, lors d'essais antérieurs, une augmentation de cette quantité a même été décelée : nous l'expliquons provisoirement par un « durcissement » de la cellulose (polymérisation plus poussée provoquée par les conditions mêmes de l'étuvage et de l'ensilage) qui rend celle-ci plus résistante aux conditions analytiques d'attaque (*) ; l'augmentation constatée pouvant atteindre 20% de la teneur initiale, c'est sur ce chiffre que nous baserons nos calculs.

b. On constate normalement une certaine régression de la teneur en cendres due au lessivage de la masse. Or, dans les essais considérés ici, il a été constaté une souillure assez importante des tubercules traités. Un facteur compensant l'autre, considérons que dans ces essais, la quantité de cendres n'a pas changé.

A. *Calcul de la perte en poids à partir de la* CELLULOSE.

Soit pour 100 kg de tubercules traités :

X kg : la quantité retrouvée après 2 mois d'ensilage.

x kg : (100 — X) : notre inconnue, c-à-d. la perte de poids subie par 100 kg de tubercules.

(*) On doit même tenir pour certain que, dans les cas considérés ici l'augmentation est également due aux matières inertes contenues dans la terre adhérent aux tubercules (conditions de propreté opératoire).

D% : la teneur en matière sèche initiale.
D'% : la teneur en matière sèche finale.
d kg : le poids de matière sèche retrouvé pour 100 kg de tubercules traités.

Il est évident que : $$d = \frac{D' \cdot X}{100} \quad (1)$$

Si nous posons pour la cellulose :

C = teneur % initiale
C' = — — finale
c = Quantité retrouvée (kg) par 100 kg traités,

cette quantité (*c*) pour *d* kg de mat. sèche au lieu de D' kg sera de :

$$c = \frac{C' \cdot d}{D'} \quad (2)$$

Or, d'après notre premier principe : $c = 1{,}20\ C$.

d'où : $$1{,}2\ C = \frac{C' \cdot d}{D'}$$

Remplaçons (*d*) par sa valeur (1) : $$1{,}2\ C = \frac{C' \cdot D' \cdot X}{D' \cdot 100}$$

d'où $$X = \frac{(1{,}2\ C)100}{C'}$$

exemple : Voir tableau I, résultat Thomas.

C = 0,92% $\quad c = 1{,}2\ C = 1{,}2 \times 0{,}92 = 1{,}10$
C' = 1,37%

Poids final : X = 110/1,37 = 80 kg.
Perte de poids : 100 — 80 = 20 kg.

B. *Calcul de la perte en poids à partir des* CENDRES.

Même raisonnement que pour la cellulose, exception faite d'absence de toute correction (pas de coeff. 1,2)

Soit M = Teneur initiale en Cendres (tabl. I, col. 5)
M' = Teneur finale en cendres (tabl. I, col. 6)

TABLEAU I. — *De la Perte totale en Poids (en kg).*

	C % teneur fin en cellul.	c = C × 1.2 (augm.)	C' % teneur fin en cellul.	$x = 100 - X$	M % teneur fin cendres	M' % cendres finales	$x' = 100 - X'$	Perte tot. $P = \frac{x + x'}{2}$
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
Thomas	0,92	1,10	1,37	— 20	1,20	1,52	— 21	— 20,5
Déom	0,89	1,07	1,37	— 22	1,01	1,29	— 22	— 22
Claren	1,28	1,58	1,39	+ 14	1,39	1,68	— 17	— 1,5
Dangis	1,01	1,21	1,54	— 21,5	1,36	1,48	— 8	— 15
Gourdange	0,83	0,99	1,70	— 41,5	1,10	2,00	— 45	— 43
Golenvaux	1,02	1,22	2,32	— 47	1,09	2,03	— 46,5	— 46,5

Le poids final, pour 100 kg traités, calculé à partir des cendres est de :

$$X' = \frac{100\ M}{M'} \qquad \text{Perte en poids : } x' = 100 - X'$$

exemple : (Thomas) $X' = 120/1{,}52 = 79$ kg.

$x' = 100 - 79 = 21$ kg.

C. *Perte en poids théorique.*

Il est évident que les valeurs x et x' doivent être sensiblement identiques : nous le constatons d'ailleurs du moins pour les échantillons Thomas — Déom — Gourdange — Golenvaux.

Nous retenons comme base de nos calculs la moyenne de ces 2 valeurs :

$$P = \frac{x + x'}{2}$$

Il est utile de dire dès à présent que les pertes en poids pour les échantillons Gourdange-Golenvaux nous paraissent excessives et n'ont probablement pas été atteintes en réalité : pour nos conclusions, il est malgré tout suffisant de savoir que ce sont ces deux échantillons qui ont subi les pertes de poids de loin les plus importantes.

§ 2. Étude des variations de poids et de composition dues a l'étuvage et a l'ensilage.

On est tenu, si l'on veut s'expliquer les raisonnements qui vont suivre, de considérer l'étuvage et l'ensilage en stades successifs : certains de ceux-ci peuvent d'ailleurs en réalité avoir lieu simultanément, mais il est nécessaire, si l'on veut en déceler les effets par une suite de raisonnements théoriques, de les disséquer de la sorte. (Tableau II)

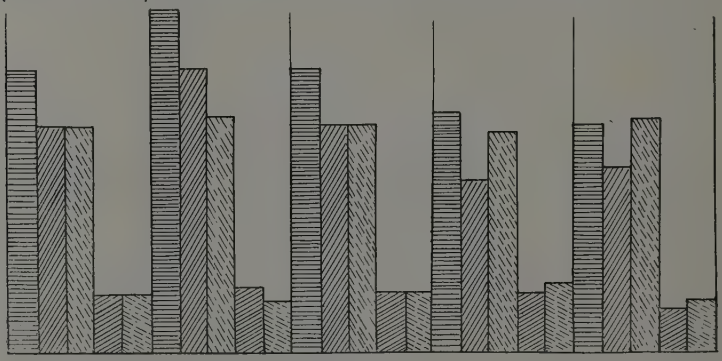
Tableau II. — *Effets de l'Étuvage et de l'Ensilage (en kg).*

	État Initial	1e Stade : Additions d'Eau	2e Stade Lessivage Prim.	3e Stade : Évaporation et Lessiv. Sec	4e Stade : Fermentation des Mat. S.
	①	②	③	④	⑤
Poids Tuberc.	100	121	99,5	84,5	79,5
Eau : poids	80	100	80	65	65
» : %	80%	83%	80%	77%	82%
Mat. S.: poids	20	21	20	19,7	145
» : %	20%	17%	20%	23%	18%

1er *Stade* : *Addition d'eau.* L'eau de condensation provenant de la vapeur injectée s'ajoute à la masse. 20 kg d'eau étant nécessaires au traitement de

100 kg de tubercules, on peut considérer qu'à un moment tout à fait théorique, on obtient 121 kg de tubercules (col. 2) dont la teneur en eau aurait augmenté de 20 kg, la différence étant due à l'hydrolyse (arrondi).

État Initial					*1er Stade* Addition d'eau					*2e Stade* Lessivage primaire					*3e Stade* Évaporation et Les. secondaire					*4e Stade* Fermentation				
Tuberc. frais	Eau		Mat. S.		Tuberc. frais	Eau		Mat. S.		Tuberc. frais	Eau		Mat. S.		Tuberc. frais	Eau		Mat. S.		Tuberc. frais	Eau		Mat. S.	
100	80	80	20	20	121	100	83	21	17	100	80	80	20	20	84.5	65	67	19.5	23	79.5	65	83	14.5	18
kg	kg	%	kg	%	kg	kg	%	kg	%	kg	kg	%	kg	%	kg	kg	%	kg	%	kg	kg	%	kg	%



2^me Stade : *Lessivage primaire avec entraînement de matière sèche.* La masse se ressuie : l'eau de condensation s'écoule entraînant avec elle par « lessivage » (phénomène que nous étudierons plus loin) une certaine quantité de matière sèche présente sous la forme soluble : sucres, matières protéiques et minérales. La perte en poids à ce stade se ramène à la quantité de matière sèche lessivée, la quantité brute d'eau étant revenue sensiblement à son taux initial (col. 3).

3^me Stade : *Évaporation et lessivage secondaire.* L'écoulement des eaux de condensation est terminée alors que la masse est encore chaude : les tubercules perdent par évaporation une certaine quantité d'eau, alors que « théoriquement » la quantité de matière sèche reste constante. Nous disons « théoriquement » parce qu'il est certain qu'à ce stade également se produit un second lessivage, d'importance fort variable, et qui est dû à la condensation d'une partie des eaux d'évaporation sur les couches supérieures plus froides. Nous essayerons d'évaluer ce second lessivage de façon aussi précise que possible en tenant compte des conditions propres à chaque essai (col. 4).

4^me Stade : *Fermentation.* Les matières sèches dont une partie a été éliminée par lessivage, subissent certains phénomènes de fermentation et disparaissent comme telles de la masse étuvée-ensilée (col. 5).

Il est évident que les plus grandes parties des 2 premiers stades ont lieu simultanément, et qu'il en est de même pour les 2 derniers. Les chiffres cités dans le tableau II nous aident à estimer l'ampleur des transformations subies et sont basés sur les résultats pratiques obtenus dans les essais dont question. Il est très possible que la perte en matière sèche due au lessivage soit plus importante que celle estimée dans le tableau : une détermination exacte sera l'objet d'essais ultérieurs ; mais quoi qu'il en soit, on peut dès à présent énoncer les principes suivants :

1. La perte en poids de la masse a lieu sous forme d'eau et de matière sèche.
2. La perte en eau constatée est pratiquement due au seul phénomène d'évaporation, et intéresse évidemment l'eau du tubercule. Une partie plus ou moins importante de cette eau peut se condenser pour faire subir à la masse un second lessivage.
3. La perte en matière sèche se produit par lessivage et par fermentation.

En réalité, les choses, pour la plus grande part, se passent de façon plus simple : Évaporation d'eau — Expulsion du jus par tassement, et dans certains cas même (non rencontré d'ailleurs dans les essais dont question) entraînement pur et simple de l'amidon suite à l'éclatement de la peau par tassement.

Mais, répétons-le, nous avons voulu établir une « théorie » qui tenait compte au maximum des facteurs susceptibles d'influencer les pertes réellement subies, afin de pouvoir comparer les résultats obtenus, et surtout, établir si possible certaines corrélations entre ces différents facteurs.

A. De la perte en eau par évaporation.

Cette perte peut être calculée en partant de trois données :

— la teneur en eau avant étuvage.
— la teneur en eau après étuvage (2 mois).
— le poids de tubercules étuvés obtenus à partir de 100 kg de matériel frais.

Les deux premières données nous sont connues par analyse, tandis que la troisième a été calculée au tableau I à partir des teneurs en cellulose et en cendres.

Calcul (Tabl. III)

Soit 100 kg de tubercules frais à E% d'eau (col. 1) donnant X kg (col. 3) de tubercules étuvés à E′ % d'eau (col. 2)

Quantité d'eau finale se rapportant à 100 kg de tubercules frais :

$$e = \frac{E' \cdot X}{100} \qquad \text{(col. 4)}$$

TABLEAU III. — *Répartition de la Perte en Poids.*

	% d'Eau Initial E %	% d'Eau final E' %	Poids Étuvé pour 100 kgs de frais (X)	Quant. (kgs) d'Eau finale / 100 kgs frais	Perte en Eau : p (kgs)	Perte en Eau % quant. init.	% de Mat. sèche Initiale : D %	Teneur finale mat. sèche. D' %	Perte en Mat. sèche (kgs) p'	Perte en Mat. S. en % quant. initiale	% d'Eau dans la perte totale	% de M. S. de perte totale
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
Thomas	80,18	80,84	79,5	64,3	— 15,88	— 19,8	19,82	19,16	— 4,62	— 23,4	77,5	22,5
Déom	81,15	82,59	78	64,5	— 16,65	— 20,6	18,85	17,41	— 5,35	— 28,4	75,5	24,5
Claren	76	78,12	98,5	77	+ 1	+ 131	24	21,88	— 2,5	— 10	—	—
Dangis	76,9	79,23	85	67,5	— 9,4	— 12,2	23,1	20,72	— 5,6	— 24,3	62,8	37,2
Gourdange	80,37	81,23	57	56,5	— 33,87	— 42	19,63	18,77	— 9,13	— 46,5	78	21
Golenvaux	83,21	81,62	53,5	43,8	— 39,41	— 47,5	16,79	18,38	— 7,09	— 42,2	85	15
Moyennes :	79,6	80,48	—	—	— 19,99	— 23,46	20,4	19,52	— 5,71	— 29,1	76,9	23,1

TABLEAU III*bis*. *Étude des Éléments susceptibles de subir des Pertes ; Vérifications.*

	Perte brute (kgs) constatée	Gain-cellulose polymérisé, Impur. (kgs)	Perte brute (kg) réelle	(Amidon + Sucre + Mat. Protéiques) Initial (kgs)	(Amidon + Sucre + Mat. Protéiques) Final (Kgs)	Gain de Poids par hydrolyse	Perte totale réellement subie (kgs)	Perte totale Sucres (kgs)	Perte totale Mat. Protéiques (kgs)	Total des Pertes (kgs)
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
Thomas	4,62	0,18	4,80	17,56	12,76	0,58	5,38	5,04	0,34	5,38
Déom	5,35	0,18	5,53	16,39	10,86	0,65	6,18	5,98	0,20	6,18
Claren	2,50	0,30	2,80	19,75	16,95	0,43	3,23	2,71	0,52	3,23
Dangis	5,60	0,10	5,70	19,56	13,86	0,64	6,34	5,61	0,73	6,34
Gourdange	9,13	0,16	9,29	17,71	8,42	0,99	10,28	9,66	0,62	10,28
Golenvaux	7,09	0,20	7,29	14,65	7,36	0,76	8,05	7,42	0,82	8,05
Moyennes :	5,71	0,19	5,90	17,60	11,70	0,69	6,57	6,07	0,50	6,57

Perte en eau :

$$p = E - \frac{E' \cdot X}{100} \text{ kg (col. 5)}$$

Perte en eau pour 100 d'eau : $\frac{p. 100}{E}$ (col. 6)

Exemple : (Thomas) 100 kg à 80,18% donnent 79,5 kg de tubercules étuvés à 80,84 %.

$$\frac{e = 80{,}94 \times 79}{100} = 64{,}3 \text{ kg.}$$

$p = 80{,}18 - 61{,}3 = 15.88$ kg.

Perte pour 100 d'eau : $15{,}99 \times 100/80{,}18 = 19{,}8\%$.

La perte en eau dépendra pratiquement :

a) De la surface relative d'évaporation du silo : rapport de la largeur (L) sur la hauteur (H). L'évaporation sera d'autant plus accentuée que le rapport L/H sera élevé.

b) Du degré de tassement, qui lui-même dépend :

de la largeur du silo
du degré de cuisson.

Comme il a déjà été dit, l'eau évaporée ne part pas entièrement en vapeur, en effet, une partie de cette eau se condense et fait subir à la masse un nouveau lessivage.

Dans la détermination relative des parties « évaporée » et « condensée », le degré de tassement ou de cuisson joue un rôle moindre, car, s'il y a difficulté pour l'eau de s'évaporer, il y a pour elle difficulté également de s'écouler, un effet compensant l'autre.

Seul, le rapport L/H peut intervenir de façon déterminante (Tabl. IV).

TABLEAU IV. — *Second Lessivage. Évaporation maximum.*

	Observations	(L) Largeur moyenne du Silo	(H) Prof. moyenne du Silo	Rapport L/H	Perte en Eau en % teneur initiale	Perte en Eau par évaporation	Perte en eau après condensation
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Thomas	—	1,40	1,10	1,27	19,8	10	9,8
Déom	—	1,50	1,10	1,36	20,6	11,2	9,4
	Mauvais écoulement						
Claren	Pommes de terre déjà conserv.	1,80	1,20	1,50	(+ 131)	—	—
Dangis	Cuisson incomplète	2,90	1,30	2,23	12,21	10,9	13
Gourdange	Hangar ; cuisson incompl.	2,50	1,00	2,50	42	42	—
Golenvaux	Excès de cuisson	1,20	1,20	1	47,5	19	18,5

Nous remarquons immédiatement que :

1. La cuisson a été incomplète pour les échantillons ayant un rapport L/H élevé (Dangis-Gourdange). En effet, si un rapport élevé est favorable à l'évaporation, il l'est également pour le refroidissement ; or, en plus du fait qu'en cas de faible épaisseur le pal injecteur a un rendement défectueux, celle-ci empêche la masse de subir suffisamment longtemps les effets de la cuisson.

Inversément, la cuisson a été la plus poussée là où le rapport L/H a été le plus petit (Col. 4).

2. Les pertes en eau ont été maximum (col. 5) :

pour Gourdange : cuisson incomplète, mauvais tassement : forte évaporation due à l'aération de la masse.

pour Golenvaux : excès de cuisson et de chaleur : forte évaporation due à la température élevée de la masse durant un temps très long.

Nous verrons plus loin quelles conclusions tirer de ces observations.

Détermination de la perte nette en eau par évaporation directe :

Considérons que l'évaporation est totale dans le cas le plus défavorable de l'essai : Gourdange, rapport L/H = 2,5.

Cela signifierait que le rapport L/H = 1 verrait une évaporation directe égale au 1/2,5 de la perte totale en eau.

Ainsi pour Thomas : perte totale en eau : 19,8%

— par évaporation directe pour 1/H = 1 : 19,8/2,5 = 7,9%

Or son rapport 1/H = 1,27 (col. 4).

d'où perte par évaporation directe : 7,9 × 1,27 = 10% (col. 6).

Détermination de la perte en eau par condensation.

Il suffit de soustraire la perte par évaporation « directe » (col. 6) de la perte totale (col. 5)

ex. : Thomas : 19,8 — 10 = 9,8%

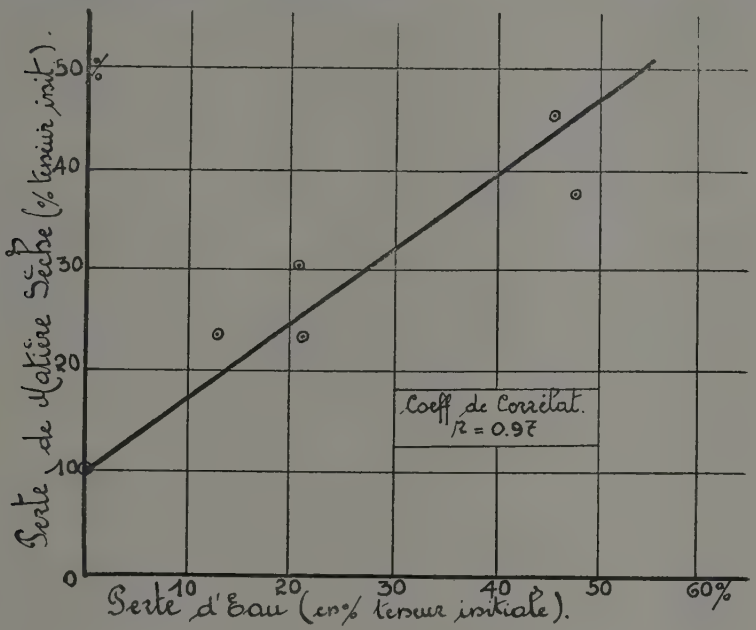
B. De la perte totale en matière sèche (lessivage et fermentation).

Connaissant la perte totale subie par la masse (Tabl. I, col. 8), il suffit de soustraire de cette quantité la perte en eau déjà calculée (Tabl III, col. 5) pour obtenir la perte — kg subie en matière sèche (Col. 9) :

ex. : Thomas :	Perte totale :	20,5 kg
	Perte eau :	15,88
	Perte en m. s. :	4,62 kg.

en % de teneur initiale : 4,62 × 100/19,82 = 23,4% (col. 10). Dans les

colonnes 11 et 12 ont été déterminées les pertes relatives réservées à l'eau et à la matière sèche quant à la perte totale.



Graphique I.

Il saute aux yeux, et le graphique 1 le confirme, que le pourcentage de matière sèche perdu est proportionnel au pourcentage d'eau évaporé. Dans les essais dont question, il faut éliminer le facteur « temps » des explications possibles puisque tous les échantillons ont été prélevés 45 jours environ après l'étuvage.

§ 3. Étude des variations subies par les constituants de la mat. sèche.

La matière sèche des tubercules est, comme on le sait, constituée en ordre principal des éléments suivants :

Hydrates de carbone : Amidon
Sucres
Matières protéiques
Cendres
Cellulose

Dans l'étude qui va suivre, cendres et cellulose n'interviendront plus puisque leurs variations « type » ont servi de base à la détermination de la perte en poids subie par la masse.

Amidon et Sucres seront d'abord considérés simultanément sous le vocable « Hydrates de Carbone » puis étudiés séparément.

1. *Hydrates de Carbone.* (Tableau V).

Soit H%, la teneur initiale en hydrates de C (Col. 1)
H'%, la teneur finale en h. d. c. (col. 2)

Comment déterminer à partir de cette teneur finale la quantité (kg) d'hydrates de carbone restant sur H kg d'hydrates traités ?

Cette question se posera d'ailleurs également sous la même forme pour les autres constituants de la matière sèche, et nous allons y répondre en prenant comme exemple l'échantillon Thomas (Tabl. IIIbis).

Quantité initiale d'éléments susceptibles de subir des pertes :

amidon	: 14,88	} h.d.c. : 15,92
sucres	: 1,04	
Mat. prot.	: 1,64	
	17,56 kg.	(Tabl. IIIbis, col. 4)

Cette quantité subit une perte apparente de : 4,62 kg (col. 1).

La perte brute réelle est connue en y ajoutant le gain en poids manifesté par la cellulose : (col. 2)

$$4{,}62 + 0{,}18 = 4.80 \text{ kg (col. 3)}$$

Quantité des éléments dont question retrouvée après traitement :

$$17{,}56 - 4{,}80 = 12{,}76 \text{ kg.}$$

Retournons au tableau V pour y retrouver la composition dans 100 kg de produit final : (col. 2)

amidon	: 11,7	} h. d. c. : 13,8
sucres	: 2,1	
Mat. prot.	: 1,56	
	15,36 kg.	

Il suffit donc de reprendre toutes les valeurs de la col. 2 et de les multiplier par le rapport 12,76/15,36 (col. 3) pour obtenir les résultats demandés.

Revenant à notre exemple pour les hydrates de carbone :

H' = 13,8
H.d.c. restant : $13{,}8 \times 12{,}76/15{,}36 = 11{,}46$ (col. 4)
Perte subie en h.d.c. : $15{,}92 - 11{,}46 = 4{,}46$ kg. (col. 5).
Perte subie en % teneur initiale : $4{,}46 \times 100/15{,}92 = 28\%$ (col. 6).

TABLEAU V. — *Étude des constituants de la matière sèche.*

		Teneur Initiale %	Teneur finale	Coeff. de correct.	Quant. finale kgs	Perte en poids (kgs)	Perte en % teneur initiale	Augm. brute de sucres (kgs)	Max. de sucres kgs	Perte en sucres kgs	Perte en sucres % T. initiale
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
Thomas	Hydrates de C.	15,92	13,8	12,76/15,36	11,46	4,46	28	—	—	—	—
	Amidon	14,88	11,7	»	9,71	5,17	34,8	—	—	—	—
	Sucres	1,04	2,10	»	1,75	—	—	5,75	6,79	5,04	74,2
	Mat. Protéiques	1,64	1,56	»	1,30	0,34	20,7	—	—		—
Déom	Hydrates de C.	15,17	12,2	10,86/13,46	9,84	5,33	35,2	—	—	—	—
	Amidon	14,31	10,5	»	8,46	5,85	40,9	—	—	—	—
	Sucres	0,86	1,70	»	1,38	—	—	6,50	7,36	5,98	81,2
	Mat. Protéiques	1,22	1,26	»	1,02	0,20	1,64	—	—	—	—
Claren	Hydrates de C.	17,70	14,6	16,95/15,84	15,62	2,08	11,7	—	—	—	—
	Amidon	17,57	12,8	»	13,70	3,87	22	—	—	—	—
	Sucres	0,33	1,8	»	1,92	—	—	4,30	4,63	2,71	58,5
	Mat. Protéiques	1,85	1,24	»	1,33	0,52	27,6	—	—	—	—
Dangis	Hydrates de C.	17,55	15,3	13,86/16,87	12,58	4,97	28,3	—	—	—	—
	Amidon	17,35	14,2	»	11,69	5,66	32,6	—	—	—	—
	Sucres	0,20	1,1	»	0,89	—	—	6,3	0,5	5,61	86,5
	Mat. Protéiques	2,01	1,57	»	1,28	0,73	36,3				
Gourdange	Hydrates de C.	16,11	12,3	8,42/13,92	7,44	8,67	53,8	—	—	—	—
	Amidon	15,05	10	»	6,05	9,01	60,0	—	—	—	—
	Sucres	1,05	2,3	»	1,39	—	—	10	11,05	9,66	87,5
	Mat. Protéiques	1,60	1,62	»	0,98	0,62	38,8	—	—	—	—
Golenvaux	Hydrates de C.	13,16	12,1	7.36/13,71	6,50	6,66	50,6	—	—	—	—
	Amidon	12,49	10,6	»	5,69	6,80	54,5	—	—	—	—
	Sucres	0,67	1,5	»	0,81	—	—	7,56	8,23	7,42	90
	Mat. Protéiques	1,49	1,61	»	0,86	0,63	42,4	—	—	—	—

Comment expliquer cette perte ?

L'amidon tel quel est pratiquement insoluble (étant donné la très faible proportion dans les tubercules d'amidon dit « soluble ») ; les agents de fermentation, d'autre part, le laisseront d'autant plus inattaqué que la quantité de sucres qu'ils trouveront à leur disposition sera importante : or, précisément à chaud, et en milieu acide, l'amidon donne par hydrolyse du glucose, augmentant ainsi la teneur en sucres susceptible d'être entraînée par lessivage, soit de servir d'aliments aux agents de la fermentation. On peut donc dire, sans pouvoir fixer avec exactitude l'importance réelle des divers phénomènes, que par l'étuvage et l'ensilage, les hydrates de carbone disparaissent soit par lessivage soit par fementation avec ce sens restrictif que la perte totale ainsi subie n'a lieu pour la plus grande part que sous forme de sucres (*). Agissant de la sorte, nous favorisons dans les raisonnements qui vont suivre les pertes par lessivage, car est ainsi augmentée dans une proportion appréciable la quantité de matières susceptibles d'être entraînées.

2. *Amidon (Fécule).*

L'amidon subissant relativement peu les attaques de la fermentation, considérons dans notre théorie (puisque nous faisons abstraction de l'éclatement éventuel de la peau, que tout l'amidon disparu se retrouve par hydrolyse sous forme de sucres.

La quantité d'amidon ainsi transformée se calcule de la même manière que celle décrite pour les hydrates de carbone (Tabl. V).

Les variations en % d'amidon sont donc proportionnelle au phénomène d'hydrolyse et comme telles donc peuvent exprimer proportionnellement celle-ci.

TABLEAU V^bis. — *Intensité du phénomène d'hydrolyse.*

	Variation % amidon	Hydrolyse
Thomas	34,8	1,58
Déom	40.9	1,86
Claren	22	1
Dangis	42,6	1,48
Gourdange	60	2,72
Golenvaux	54,5	2,48

Température et acidité (pH) sont facteurs d'hydrolyse. Mais puisque, pratiquement la température maximum atteinte est la même dans tous les essais et qu'initialement les acidités ne doivent pas varier fortement d'un échantillon à l'autre, il n'y a plus que la durée pendant laquelle une haute température est maintenue qui peut influencer l'hydrolyse.

(*) L'amidon ne peut être entraîné tel quel que s'il y a eu éclatement de la peau à la suite du tassement ; or cet éclatement, qui ne fut pas constaté dans les essais dont question, est toujours susceptible de se produire même et surtout dans les silages parfaits.

Nous essayerons de voir plus loin s'il y a corrélation entre l'hydrolyse et la quantité d'eau évaporée, cette dernière quantité subissant évidemment la durée de haute température.

3. *Sucres* (Tabl. V).

La quantité finale de sucres est calculée comme indiqué pour les h. d. c. Pour la détermination de la perte par étuvage (lessivage) et ensilage (fermentation), on doit évidemment tenir compte de la quantité de sucres qui s'est ajoutée par hydrolyse.

$$\text{Amidon} = \text{Glucose} \times 0{,}9.$$

La quantité de sucre réducteur (glucose) obtenue à partir de 1 d'amidon est donc de 1 /0,9.

Puisqu'il apparaît que pratiquement tout l'amidon disparu a été hydrolysé, l'augmentation brute de sucres sera déterminée en divisant la perte en poids d'amidon (col. 5) par le coeff. 0.9

		Ex. : *Thomas*
Soit S% la teneur initiale en sucres	(col. 1)	1,04
S^1% — finale	(col. 2)	2,10
s la quantité finale corrigée	(col. 4)	$2{,}10 \times 12{,}76/15{,}36 = 1{,}75$
Sa l'augmentation brute en sucres		4,46 /0,9 = 5,75 kgs
Ap la perte en amidon		
Sa = Ap /0,9		

La teneur maximum susceptible d'être atteinte, supposant qu'il n'y ait aucune perte avant la fin de l'hydrolyse :

$$Sm = S + Sa \quad \text{(col. 8)} \qquad 1{,}04 + 5{,}75 = 6{,}79 \text{ kgs}$$

Perte totale en sucres :

$$Sp = Sm - s \quad \text{(col. 9)} \qquad 6{,}79 - 1{,}75 = 5{,}04 \text{ kgs}$$

% de perte constaté :

$$Sp \times 100/Sm \quad \text{(col. 10)} \qquad 5{,}04 \times 100/6{,}79 = 74{,}2\%.$$

4. *Matières Protéiques* (Tabl. V).

Quantité finale et perte de poids (kg et %) se calculent de la même manière que dans les autres cas.

Nous avons dès à présent en main tous les éléments nécessaires à une étude plus approfondie et séparée des différents phénomènes qui se passent par étuvage et ensilage, à savoir : le lessivage, primaire (dû à la vapeur condensée) et secondaire (dû à la condensation de l'eau évaporée), la fermentation (lactique, de putréfaction, et butyrique).

CHAPITRE II

PHÉNOMÈNES CONNEXES AU TRAITEMENT

§ 1. Du lessivage.

1. *Par la vapeur condensée : lessivage primaire.*

A. Pour une cuisson suffisante, une certaine quantité de vapeur est injectée qui sera proportionnelle à la teneur en eau de tubercule (puisque le pouvoir calorifique de la matière sèche est inférieur à celle de l'eau — 0,3 contre 1) et dépendra de la température initiale et de la température finale atteinte au sein de la masse.

Théoriquement, la quantité moyenne d'eau à vaporiser pour le traitement de 100 kg de tubercules est de 11,5 litres (*).

Pratiquement, tenant compte du rendement de la machine, du rendement des pals lors de l'injection, ce chiffre est dépassé.

Dans nos essais, la durée d'injection a été à peu près égale dans tous les cas, le degré de cuisson fut parfois incomplètement atteint ou dépassé. Nous pouvons donc sans grande erreur, et dans l'incapacité d'agir autrement, évaluer à 20 kg la quantité d'eau qui s'est condensée chez tous les essais pour 100 kg de tubercules traités.

B. Ce lessivage va provoquer un certain entraînement de matière sèche ; il s'agira obligatoirement d'éléments solubles : sucres, matières protéiques et minérales. Or, nous avons considéré initialement la quantité de matières minérales comme inchangée après traitement, vu l'apport d'impuretés. Il reste donc à envisager uniquement SUCRES et Matières PROTÉIQUES.

Quelle est la quantité maximum de matière soluble qui aurait pu être entraînée ? C'est ce que nous allons déterminer (Tabl. VI).

Quantité max. de sucre théor. atteinte : Sm (col. 1)
— initiale de mat. protéiques : MP (col. 2)
Matières solubles : Sm + MP (col. 3)

L'entraînement sera maximum à condition que l'équilibre de concentration soit réalisé entre l'eau de condensation et le jus.

Quantité d'eau initiale : E% ou kg (col. 4)
Maximum théor. atteint : (E + 20 kg) (col. 5)
Concentration finale : $\frac{(Sm + MP)100}{(E + 20)}$.

Maximum lessivable : (entraîné par les 20 kg d'eau)

$$\frac{20(Sm + MP)100}{E + 20} \quad \text{(col. 6)}$$

(*) L. Nys. La pomme de terre fourragère. *Annales de Gembloux*, 3e Trim. 1950.

TABLEAU VI. — *Étude du lessivage.*

	Max. kgs de sucres	Mat. Prot. initiales (kg)	Matières solubles (kgs)	Teneur en eau Init.	1e Lessivage : Maximum d'eau atteint	Maximum lessivable (kgs)	Partie lessivée (50 %)	2e Lessivage : Matières solubles	Quantité d'eau agissante	Maximum lessivable	% lessivé d'après cuisson	Partie lessivée	Pertes totales (kgs) par lessivage
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
Thomas	6,79	1,64	8,43	80,18	100,18	1,68	0,84	7,59	10,2	0,86	0,75	0,65	1,49
Déom	7,36	1,22	8,58	81,15	101,15	1,70	0,85	7,73	10	0,71	0,75	0,53	1,38
Claren	4,63	1,85	6,48	76	96	1,35	0,68	—	—	—	—	—	0,68
Dangis	6,50	2,01	8,51	76,90	96,90	1,76	0,88	7,63	2,6	0,25	0,6	0,15	1,03
Gourdange	11,05	1,60	12,65	80,37	100,37	2,52	1,26	11,39	6,7	0,88	0,6	0,53	1,79
Golenvaux	8.23	1,49	0,72	83,21	103,21	1,88	0,94	8,76	27,4	2,18	0,9	1,96	2,90
Moyennes :	7,41	1,60	9,01	79,6	—	—	0,91	—	9,5	—	—	0,73	1,54

ex. : (Thomas) : Sm + MP = 8,43

E = 80,18 ;

d'où nous avons : 20 × 8,43 × 100/100,18 = 1,68 kg.

C. Or, l'équilibre s'établit inégalement dans la masse : dans les couches supérieures, l'entraînement est presque nul ; dans les couches inférieures, il tend à être maximum.

Nous sommes donc au-dessus de la réalité en fixant à 50% du maximum, la quantité moyenne de matières solubles entraînées par ce lessivage primaire (col. 7).

ex. : (Thomas) Maximum lessivable : 1,68 kg.

Quantité lessivée : 1,68 × 0,5 = 0,84 kg.

2. *Par condensation de l'eau évaporée : lessivage secondaire.*

A. Pour faciliter la compréhension, nous avons supposé dans le tableau II que l'entraînement de la matière sèche par lessivage se situait entièrement au second stade et que l'évaporation était le phénomène total et unique du troisième stade.

Déjà dans le tableau IV, afin d'être plus complet, nous avons été amené à tenir compte des dimensions du silo (rapport L/H) qui pouvaient favoriser ou non le départ immédiat de la vapeur d'eau ; le principe était celui-ci : tenir pour complète l'évaporation dans le cas le plus favorable à ce phénomène (cas Gourdange).

Prenons maintenant le principe inverse : considérons comme complet le lessivage dans le cas le plus favorable à celui-ci (cas Golenvaux) et dressons le tableau VII.

TABLEAU VII. — *Second lessivage. Lessivage maximum et moyenne.*

	Rapport L/H Perte en eau en %	Teneur Init.	Après condensation (1re Théorie)	Idem (2e Théorie)	Idem (moyenne)	% d'Eau Initial	Quant. d'eau (kg) 2me Lessiv.	Perte totale en eau	Eau 2me less. en % Perte totale
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
Thomas	1,27	19,8	9,8	15,6	12,7	80,18	10,2	15,88	64,5
Déom	1,36	20,6	9,4	15,1	12,3	81,15	10	16,65	60
Claren	1,50	(+ 1.31)	—	—	—	—	—	—	—
Dangis	2,23	12,2	1,3	5,5	3,4	76,9	2,6	9,4	27,6
Gourdange	2,50	42	—	16,8	8,4	80,37	6,7	33,87	19,8
Golenvaux	1	47,5	18,5	47,5	33	83,21	27,4	39,41	69,5
Moyennes :	—	16,7	—	—	11,6	79,6	—	—	—

Sur cette base, on obtiendrait directement la quantité d'eau (col. 3) provo-

quant le lessivage secondaire en divisant le % de perte en eau (col. 2) par le rapport L/H (puisque le cas le plus favorable se situe dans notre série d'essais pour L/H = 1).

Nous nous rapprocherons de la réalité en retenant la moyenne entre ces chiffres (col. 4), et ceux obtenus primitivement dans le tableau IV et repris col. 3.

De cette moyenne (col. 5), on obtient facilement le poids de l'eau qui provoque le lessivage secondaire.

B. Quelle sera la quantité de matières sèches solubles entraînée dans ce cas ? (tabl. VI).

Raisonnons comme dans le cas du lessivage primaire en déterminant la quantité maximum entraînable.

Il reste après le lessivage primaire : le maximum de mat. soluble initiale (Sm — MP) (col. 3) diminué de la perte subie au lessivage primaire (col. 7). De cette quantité de matières solubles encore disponible (col. 8), on détermine la concentration des matières solubles à ce moment, considérant que l'eau du tubercule est revenue à son taux initial (col. 4). La matière soluble max. entraînée par le lessivage secondaire (col. 10) sera alors égale au produit de la matière soluble disponible par le rapport Eau du 2d lessivage (col. 9) /(Eau initiale (col. 4) + Eau de 2d lessivage).

C'est à ce moment qu'intervient un facteur important : le tassement. En effet, lors du lessivage primaire, le tassement est à peu près constant chez tous les échantillons, et la vitesse d'écoulement de laquelle dépend l'équilibre des concentrations est également à peu près identique. Dans ce cas, au contraire, l'équilibre, dépendant de la vitesse d'écoulement, sera proportionnel au degré de cuisson (Tassement). Nous basant sur un équilibre égal à 0,75 dans les cas normaux (écoulement général plus lent que dans le lessivage primaire), nous fixerons l'équilibre à 0,60 pour une cuisson incomplète et à 0,90 pour un excès de cuisson.

Multipliant le maximum entraînable (col. 10) par le rendement d'équilibre (col. 11) on obtient la quantité de matières sèches solubles entraînée par le lessivage secondaire (col. 12).

La perte totale par lessivage (col. 13) est connue en additionnant les entraînements primaire et secondaire.

3. *Des pertes subies par lessivage en Sucres et Matières Protéiques.*

Il est évident que l'entraînement des sucres et des matières protéiques sera en rapport avec leurs concentrations respectives ; or, puisque les quantités d'eau sont pour un échantillon donné les mêmes pour ces 2 éléments, leur entraînement sera proportionnel à leurs quantités propres. On comprend de suite alors que lessivages primaire et secondaire devront être traités séparément, ce dernier dépendant précisément de la quantité de matières solubles restant après le 1er lessivage.

A. *Lessivage primaire.* (Tabl. VIII)

Soit L, la perte totale par lessivage

$L = P_A + P_B$ P_A étant la perte au lessivage primaire
P_B étant la perte au lessivage secondaire

Si nous désignons par
pS_A la perte en sucre par lessivage primaire
pS_B la perte en sucre par lessivage secondaire
pMP_A la perte en matières protéiques par lessivage primaire
Sm la quantité maximum de sucre (col. 2)
MP la quantité initiale en mat. protéiques (col. 3)
Sm + MP la somme des matières solubles,

on peut écrire, tenant compte de ce qui a été dit :

$$pS_A = P_A \frac{Sm}{Sm + MP} \qquad \text{(col. 5)}$$

$$pMP_A = P_A \frac{MP}{Sm + MP} = P_A - pS_A \qquad \text{(col. 6)}$$

Ex. : (Thomas) $P_A = 0{,}84$ $Sm = 6{,}79$ $MP = 1{,}64$

$$pS_A = 0{,}84 \times \frac{6{,}79}{6{,}79 + 1{,}64} = 0{,}67$$

$$pMP_A = 0{,}84 \times \frac{1{,}64}{6{,}79 + 1{,}64} = 0{,}84 - 0{,}67 = 0{,}17$$

B. *Lessivage secondaire.*

Connaissant les pertes respectives en lessivage primaire (0,67 et 0,17) il suffit de soustraire ces valeurs des quantités initiales ou maximum (6,79 et 1,64) pour connaître les quantités de matières solubles en présence avant le lessivage secondaire.

$$Sm' = Sm - pS_A \qquad \text{(col. 8)} \qquad MP' = MP - pMP_A \qquad \text{(col. 9)}$$

En possession de ces données, et connaissant la perte totale par lessivage secondaire (P_B — col. 7) les pertes respectives en sucres et matières protéiques se calculeront de la même manière.

Ex. : (Thomas) $P_B = 0{,}65$ $\left.\begin{array}{l} Sm' = 6{,}79 - 0{,}67 = 6{,}12 \\ MP' = 1{,}64 - 0{,}17 = 1{,}47 \end{array}\right\} Sm' + MP'$ (col. 10)

$$pS_B = 0{,}65 \times \frac{6{,}12}{6{,}12 \times 1{,}47} = 0{,}52 \qquad \text{(col. 12)}$$

$$pMP_B = 0{,}65 \times \frac{1{,}47}{6{,}12 + 1{,}47} = 0{,}65 - 0{,}52 = 0{,}13 \qquad \text{(col. 13)}$$

C. *Pertes totales par lessivage.*

En sucres : $pS_L = pS_A + pS_B$ (col. 14)

TABLEAU VIII. — *Étude du lessivage* (suite).

	Perte totale au less. Prim. (kgs)	Quant. Max. de Sucres (kgs)	Quant. init. Mat. Prot. (kgs)	Quant. init. Mat. Prot. (kgs)	Quant. init. mat. solubles (kgs)	Pertes de sucres au less. Prim. (kgs)	Lessivage second. Perte totale (kgs)	Sucres Restants (kgs)	Mat. Prot. restantes.	Mat. solubles au lessiv. secondaire	Quant. init. d'eau	Perte en sucres au less. sec.	Perte Mat. Prot. au less. sec.	Perte totale en sucres par lessiv.	Perte totale Mat. Prot. par lessiv.	Conc. des Mat. solubles au 2e lessiv.	Perte totale corrigée au lessiv. second.	Lessivage 2e Perte relative
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱
Thomas	0,84	6,79	1,64	8,43	0,67	0,17	0,65	6,12	1,47	7,59	80,18	0,52	0,13	1,19	0,30	9,4	0,69	4,6
Déom	0,85	7,36	1,22	8,58	0,73	0,12	0,53	6,63	1,10	7,73	81,15	0,45	0,08	1,18	0,20	9,5	0,50	3,3
Claren	0,68	4,63	1,85	6,48	0,48	0,20	—	(4,15)	(1,65)	5,80	—	—	—	0,48	0,20	—	—	0
Dangis	0,88	6,50	2,01	8,51	0,67	0,21	0,15	5,83	1,80	7,63	76,9	0,11	0,04	0,78	0,25	10,0	0,15	1
Gourdange	1,26	11,05	1,60	12,65	1,10	0,16	0,53	9,95	1,44	11,39	80,37	0,46	0,07	1,56	0,23	14,2	0,37	2,5
Golenvaux	0,94	8,23	1,49	9,72	0,79	0,15	1,96	7,44	1,34	8,78	83,21	1,66	0,30	2,45	0,45	10,6	1,85	12,3
Moyennes :	0,91	7,43	1,60	9,01	0,74	0,17	0,63	—	—	—	—	0,53	0,10	1,27	0,27	—	—	—

Ex. : (Thomas) 0,67 + 0,52 = 1,19
en matières protéiques : $pMP_L = pMP_A + pMP_B$ (col. 15)
Ex. : (Thomas) 0,17 + 0,13 = 0,30

4. *De l'intensité du lessivage.*

Nous avons déjà dit que les conditions du lessivage primaire étaient à peu près identiques pour chaque échantillon ; il n'en est plus de même pour le lessivage secondaire : et les calculs en font foi.

C'est donc tout naturellement celui-ci qui va servir de base pour déterminer les lessivages relatifs.

A. *Pertes relatives au lessivage secondaire* (Tabl. VIII)

Pour pouvoir comparer, les corrections de concentration ici s'imposent. Partant de la quantité de matières solubles présentes au 2d lessivage (col. 10) et de la quantité d'eau présente à ce même moment (col. 11), il est aisé de déterminer la concentration du milieu (col. 16).

Connaissant les pertes subies (col. 9) et la concentration, il suffit de ramener la perte observée à une valeur correspondant à la concentration 10 (simple règle de trois, col. 17).

L'échantillon « Claren » n'ayant subi aucune perte au 2d lessivage, la part relative est égale à zéro ; la perte minimum corrigée observée (0,16) subie par l'échantillon « Dangis » est égale à l'unité.

ex. : (Thomas) Perte totale au lessivage secondaire : 0,65
Concentration F 7,59 × 10/80,18 = 9,4
Perte corrigée (conc. 10) : 0,65 × 10/9,4 = 0,69
Perte relative au lessivage secondaire :
0,69/0,16 = 4,6 (col. 18)

B. *Expression de l'intensité du lessivage corrigée.*

Il suffit dans ce cas d'exprimer la perte au lessivage secondaire pour 100 de matières solubles présentes à ce lessivage.

Zéro exprimera l'intensité nulle
l'unité — — minimum.

EXPRESSION DE L'INTENSITÉ DU LESSIVAGE.

	Mat. sol. less. 2e	Perte tot. less. 2e	Corr.	Perte %	Lessiv. relatif (intensité).
Thomas	7,59	0,65	0,69	9,1	4,8
Déom	7,73	0,53	0,50	6,5	3,4
Claren	5,80	—	0	0	0
Dangis	7,63	0,15	0,15	1,9	1
Gourdange	11,39	0,53	0,37	3,2	1,7
Golenvaux	8,78	1,96	1,85	21	11,0

TABLEAU IX. — *Étude de la fermentation.*

	Teneur en Mat. Sèche Initiale	Augm. de Mat. Sèche par Hydrolyse	Mat. Sèche ; augm. par cellulose	Mat. Sèche subissant la dégradation	Perte totale par lessivage	Perte totale réelle	Perte par fermentation	Lessivage en % de la perte totale	Fermentat. en % perte totale	Lessivage en % du max. atteint	Fermentation en % du max. atteint	Perte totale en % teneur maxim.	Partie ind. de M. S. en % de teneur max.
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
Thomas	19,82	0,58	0,18	20,59	1,49	5,38	3,89	27,5	72,5	7,20	19	26,20	73,8
Déom	18,85	0,65	0,18	19,68	1,38	6,18	4,80	22,5	77,5	7,10	24,4	31,50	69,5
Claren	24	0,43	0,30	24,73	0,68	3,23	2,55	21	79	2,75	10,3	13,05	86,95
Dangis	23,1	0,64	0,10	23,84	1,03	6,34	5,31	16	84	4,35	22,2	26,55	73,45
Gourdange	19,63	0,99	0,16	20,78	1,79	10,28	8,49	17,5	82,5	8,5	41	49,5	60,5
Golenvaux	16,79	0,76	0,20	17,75	2,90	8,05	5,15	36	64	16,4	29	45,4	54,6
Moyennes :	20,4	0,67	0,19	21,26	1,54	6,57	5,03	23,4	76,6	7,73	24,3	32,03	67,97

ex. : Thomas Mat. solubles au less. sec. : 7,59
Pertes totales au less. sec. : 0,65, soit corrigée 0,69
Pertes % : 0,69 × 100/7,59 = 9,1 %
Lessivage relatif (intensité) : 9,1/1,9 = 4,8.

§ 2. De la fermentation.

En possession de toutes les données concernant le lessivage, il est maintenant aisé de déterminer l'importance relative de la fermentation pour chaque essai (Tabl. IX).

En effet, nous connaissons : D = la quantité initiale de mat. sèche (col. 1). Or, après hydrolyse, et vu l'augmentation supposée de la cellulose, cette quantité est majorée d'une certaine valeur égale à la somme de ces deux augmentations : Hydrolyse (col. 2) et cellulose (col. 3) ; somme indiquée col. 4 représente donc la quantité maximum de matière sèche soumise au lessivage et à la fermentation.

Puisque nous connaissons également la perte totale « réelle » subie, il suffit de soustraire de cette valeur la perte totale par lessivage (col. 5 et 6) pour obtenir l'importance des pertes provoquées par le phénomène de fermentation (col. 7).

Lessivage et Fermentation peuvent s'exprimer soit en % de la perte réelle totale (col. 8 et 9) soit en % de la quantité maximum de matière sèche atteinte (col. 10 et 11).

CHAPITRE III. — **Étude des Résultats.**

§ 1. a) Bilan des sucres.

Tableau X. — *Bilan des sucres.*

	Perte en sucres (kgs) par lessivage	Perte totale en sucres (kgs)	Perte en sucres par ferment.	En % Perte en sucres : lessivage	En % Perte en sucres : Fermentation	Quant. max. en sucres (kgs)	En % du Max. : Lessivage	En % du Max. : Fermentation
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
Thomas	1,19	5,04	3,85	23,5	76,5	6,79	17,5	56,7
Déom	1,18	5,98	4,80	20	80	7,36	16	65,2
Claren	0,48	2,71	2,23	18	82	4,63	10,4	48,1
Dangis	0,78	5,61	4,83	14	86	6,50	12,0	74,5
Gourdange	1,56	9,66	8,10	16,5	83,5	11,05	14,1	73,4
Golenvaux	2,45	7,42	4,97	33	67	8,23	29,8	60,2
Moyennes:	1,27	6,07	4,80	21	79	7,43	17,1	64,5

A. *Pertes par lessivage.*

Connaissant la perte subie au lessivage par les sucres (col. 1), on peut exprimer cette perte soit en % de la perte totale en sucres (col. 4) soit en % de la teneur maximum en sucres (col. 7).

B. *Pertes par fermentation.*

La quantité (kg) de sucres perdue par fermentation est égale à la perte totale en sucres diminuée de la perte subie au lessivage (col. 3). Cette perte peut également s'exprimer soit en % de la perte totale en sucres, (col. 5) soit en % de la teneur maximum en sucres (col. 8).

b) Bilan des Matières protéiques.

Mêmes raisonnements que pour les sucres :
lessivage : col. 1-2-4-7.
fermentation : col. 1-3-5-8.

Tvbleau XI. — *Bilan des matières protéïques.*

	Perte totale (kgs)	Perte par lessivage (kgs)	Perte par fermentation (kgs)	En % de la Perte totale : Lessivage	En % de la Perte totale : Fermentation	Quant. initiale (% en kgs)	En % teneur initiale : Lessivage	En % teneur initiale : Fermentation
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
Thomas	0,34	0,30	0,04	88	12	1,64	18,3	2,4
Déom	0,20	0,20	0	100	0	1,22	16,4	0
Claren	0,52	0,20	0,32	38,4	61,6	1,85	10,8	16,8
Dangis	0,73	0,25	0,48	34,2	65,8	2,01	12,5	23,8
Gourdange	0,62	0,23	0,39	37	63	1,60	14,4	24,4
Golenvaux	0,63	0,45	0,18	71	29	1,49	30,2	12,2
Moyennes :	0,50	0,27	0,23	61,4	38,6	1,60	16,9	14,4

§ 2. Résultats moyens observés dans les essais considérés.

100 kg de tubercules traités ont subi une perte de poids moyenne de 24,7 kg (soit 24,7%).

Cette perte de poids se répartit moyennement comme suit :

76,9 % en eau soit 18,99 kg
23,1 % en m. s. soit 5,71 kg.

On peut donc dire qu'il y a eu 1 de matière sèche de perdu pour 3,3 d'eau. 40% de l'eau apparemment perdue s'est condensée pour faire subir à la masse un second lessivage (il s'agit toujours de résultat moyen).

Composition moyenne initiale observée dans les différents échantillons.

EAU	79.6%			
MAT.S.	20,4%	soit	Amidon :	15,3 %
			Sucres :	0,7
			Mat.prot.:	1,6
			Cendres :	1,2
			Cellulose :	1,0
			Indosé :	0,6

Conclusions tirées du Bilan moyen.

I. Le lessivage a joué dans les pertes constatées un rôle loin d'être négligeable. Il eut été aisé de réduire ces pertes au minimum en facilitant initialement l'écoulement des eaux de condensation de la vapeur injectée : l'équilibre des concentrations n'a pour ainsi dire pas lieu, et les pertes par lessivage primaire sont ainsi minimes.

II. Quant au lessivage secondaire, nous constatons, suite à notre théorie que la perte en matière sèche provoquée se rapproche de celle du lessivage primaire. Or, on doit admettre qu'en réalité cette perte par lessivage secondaire est supérieure : pour ce dire, nous nous basons sur le fait que les pertes par premier lessivage ont été évaluées largement tandis qu'un facteur difficilement contrôlable du 2^e lessivage était laissé dans l'ombre : la quantité de jus expulsée par tassement, facteur qui de fait joue le plus grand rôle. Nous avons agi de la sorte pour obtenir des résultats comparables entre eux, et ce, en faisant varier les phénomènes d'évaporation, de condensation et d'entraînement.

Les pertes subies par ce second lessivage (y compris l'expulsion du jus) peuvent être réduites de façon appréciable :

1. En empêchant au maximum les pertes d'eau par évaporation : dimensions convenables du silo (rapport L/H, facteur d'évaporation et de tassement) et par un degré de cuisson correct (également facteur de tassement). L'eau du tubercule s'évapore ainsi difficilement, vu la pression interne et l'absence d'air, et n'a pas ainsi le loisir de faire subir à la masse un second lessivage.

2. En empêchant l'écoulement du jus (ou de l'eau de condensation enrichie de matières solubles). Le système préconisé est le suivant : tuyau vertical, placé dans le puisard du silo, dont la longueur est sensiblement égale à la profondeur du silo, et qui, relié à la partie inférieure de la masse fait ainsi office de vase communiquant.

III. Pour les sucres et les matières protéiques, il est normal que les % perdus par lessivage soient sensiblement égaux (16,9-17,1%) ; quant aux % perdus par les fermentations, ils sont de loin plus importants pour les premiers que pour les seconds (64,5 contre 14,4 %).

D'autre part, chez les sucres, la fermentation l'emporte sur le lessivage (3,78 contre 1) tandis que pour les matières protéiques, le lessivage paraît l'emporter légèrement (1 contre 0,85)

$$\text{Sucres : } \frac{\text{Lessivage}}{\text{Fermentation}} = \frac{17{,}1}{64{,}5} = \frac{1}{3{,}78}$$

$$\text{Matières protéiques : } \frac{\text{Lessivage}}{\text{Fermentation}} = \frac{16{,}9}{14{,}4} = \frac{1}{0{,}85}.$$

On constate que, dans cette série d'essais, les fermentations ont été de loin plus néfastes aux sucres qu'aux matières protéiques. Il faut donc éviter à tout prix la fermentation butyrique, grande déprédatrice de sucres. D'autre part, puisque 14,4% des mat. prot. ont été détruites par fermentation contre 64,5% de sucres, il apparaît que les ferments de putréfaction n'ont pas joué pendant longtemps leur rôle initial, et que les ferments lactiques ont pu provoquer rapidement des conditions très défavorables à leur survie.

De fait, aucune odeur conséquente de putréfaction ou butyrique ne fut décelée lors des observations.

IV. Globalement, et comparativement à d'autres résultats, les pertes subies dans les différents silos apparaissent conséquents : les conditions d'étuvage et d'ensilage n'ont pas toujours été idéales, tant s'en faut :

— Souillure trop importante des tubercules (terre)
— Mauvais rapport L/H de la section des silos
— Tassement incomplet et irrégulier
— Degrés de cuisson inégaux (difficulté de placement des pals injecteurs)
— Écoulement insuffisant des eaux de condensation de la vapeur injectée.

Les pertes doivent pouvoir être ainsi ramenées à 15-18 kg% du poids total avec 3 à 4,5 kg de matière sèche au maximum ; seul l'échantillon Claren n'atteint pas ce chiffre (2,5 kg), l'échantillon Thomas le dépasse légèrement (4,62 kg).

Amidon : 39,6% en moyenne ont été hydrolysé (soit 6,06 kg) pour donner 6,06/0,9 = 6,73 kg de sucres.

Sucres. La quantité de sucres passera théoriquement de 0,7 à (0,7 + 6,73) soit 7,43 kg, et subira les pertes suivantes :

lessivage	: 17,1 %	1,27 kg	
fermentation :	64,5 %	4,80	6,07 kg

Matières protéiques. Teneur initiale et maximum : 1,6%, quantité qui subira les pertes suivantes :

lessivage	: 16,9 %	0,27 kg	
fermentation :	14,4 %	0,23	0,50 kg
Perte totale :			6,57 kg

Dans cette perte totale, le lessivage interviendra pour :

$$\frac{(1{,}27 + 0{,}27)100}{6{,}57} = 23{,}4\%, \text{ et la fermentation pour } 76{,}6\%,$$

c. à. d. que pour 1 perdu par lessivage, 3,28 le sont par fermentation.

Dans cette perte totale également les H. d. C interviendront en moyenne pour :

6,07 × 100/6,57 = 92,5%, et les matières protéiques pour 7,5 %, c. à. d. que pour 1 de matières protéiques perdu, il y a 12,3 de sucres qui le sont également.

VÉRIFICATION :

Perte en matière sèche observée :	5,71 kg
Augmentation par hydrolyse : 6,73 — 6.06 =	0,67 kg
Augmentation par cellulose :	0,19 kg
Perte totale réelle :	6,57 kg

ce qui correspond bien à la somme citée plus haut.

Lessivage : La perte moyenne par lessivage total est de :

$$1{,}27 + 9{,}27 = 1{,}54 \text{ kg.}$$

La perte moyenne par lessivage primaire est de : 0,91 kg soit 59% de la perte totale subie par le lessivage. On peut donc dire que pour 1 entraîné lors du 1^er lessivage, 0,69 le sont lors du second, et de conclure immédiatement que les deux formes de lessivage peuvent provoquer des pertes *fort rapprochées*.

Tableau Récapitulatif des teneurs INITIALES et FINALES.

	Quant. init. kgs.		Variat. kgs.	Quant. finales kgs.		Teneur final %	
Eau	79,6		— 18,99	60,61		80,48	
Mat. sèche	20,4		(+ 0,67 + 0,19) — 6,57	14,69		19,52	
Amidon		15,3	— 6,06		9,24		12,3
Sucres		0,7	+ 6,73 — 6,07		1,36		1,80
Mat. protéiques		1,6	— 0,50		1,10		1,46
Cendres		1,2	—		1,20		1,59
Cellulose		1	+ 0,19		1,19		1,58
Indosé		0,6	—		0,60		0,79
	100 Kg.		— 24,7 Kg.	75,30 Kg.		100	

§ 3. Détermination des coefficients de corrélations.

Préliminaires.

Pour chaque série de résultats ont été déterminées la *moyenne arithmétique* (Mo) et la *Standard déviation* (Sd)

$$Mo = \frac{\Sigma \cdot M}{n} \qquad Sd = \pm \sqrt{\frac{D^2}{n}}$$

n représentant le nombre d'essais (6 dans notre cas).

D, valeur positive ou négative, représentant la différence entre un résultat isolé et la moyenne.

Ces données étaient nécessaires pour la détermination du coefficient de corrélation (r) qui exprime le degré de proportionnalité, positive ou négative, entre deux phénomènes considérés. La corrélation parfaite s'exprime par $r = +1$ ou -1, tous les autres degrés de corrélation étant inférieurs à l'unité absolue.

$$r = \frac{\Sigma (Dx \cdot Dy)}{n \cdot Sd_x \cdot Sd_y}$$

Exemple : Soit à déterminer le degré de corrélation (r) existant entre le rapport L/H du silo (valeurs de X) et le phénomène de fermentation (matières fermentées en % de matières fermentescibles) (valeurs de Y)

X	Y	Dx	Dy	Dx Dy +	Dx Dy −	x^2	y^2
1,27	45,5	— 0,37	— 6,1	2,26		0,14	36,5
1,36	54,5	— 0,28	+ 2,9		0,81	0,09	8,4
1,50	39,4	— 0,14	— 12,2	1,71		0,02	150,0
2,23	62,2	+ 0,59	+ 10,6	6,25		0,35	113,0
2,50	67	+ 0,86	+ 15,4	13,2		0,74	238,0
1	41	— 0,64	— 10,6	6,8		0,41	113,0
9,86	309,6			30,22	0,81	1,75	658,9

$Mo_x = 9,86/6 = 1,64$ $\qquad Mo_y = 309,6/6 = 51,6$

$Sd_x = \pm \sqrt{\frac{1,75}{6}} = \pm \sqrt{0,29} = \pm 0,54$; $Sd_y = \pm \sqrt{\frac{658,9}{6}} = \pm 10,5$

$\Sigma (Dx.Dy) = 30,22 - 0,81 = + 29,41$

$r = \frac{+ 29,41}{6 \times 0,54 \times 10,5} = + 0,87$

Conclusion : Cette valeur de (r), positive, se rapprochant sensiblement de l'unité, on peut dire qu'il y a une dépendance très marquée entre le rapport L/H et le phénomène de fermentation.

Déterminations des valeurs de (r).

Dans le tableu suivant, nous avons groupé tous les résultats obtenus dans les déterminations des différentes valeurs de (*r*), c. à. d. les moyennes arithmétiques affectées de leur Standard Déviation propre.

TABLEAU DES MOYENNES ARITHMÉTIQUES — STANDART DÉVIATION — ET COEFFICIENT DE CORRÉLATION (*r*).

Valeurs de X		Valeurs de Y		*r*
Rapport L/H	1,64 ± 0,54	Fermentation	51,6 ± 10,5	0,87
id.	id.	Eau vaporée	13,4 » 11,8	0,47
id.	id.	Hydrolyse	40,8 » 12,9	0,19
id.	id.	Less. secondaire	7,61 » 7,25	— 0,6
id.	id.	Perte en eau	23,46 » 16,7	0,09
Perte en eau		Perte en M. S.	32 » 12,3	0,97
id.	23,46 ± 16,7	Perte par less.	7,71 » 4,35	0,89
id.	id.	Perte par ferm.	23,4 » 9,4	0,34
id.	id.	Ph. de lessivage	6,95 » 7,93	0,75
id.	id.	Ph. de ferment.	51,6 » 10,5	0,30
Hydrolyse	40,8 ± 12,9	Perte par ferm.	24,3 » 9,4	0,97
id.	id.	Ph. de ferment.	51,6 » 10,5	0,41
id.	id.	Perte en eau	23,46 » 16,7	0,97
id.	id.	Eau évaporée	13,4 » 11,8	0,92
Augment. de sucres	6,73 ± 1,73	Perte en eau	23,46 » 16,7	0,86
Maximum de sucres	7,41 » 1,90	id.	id.	0,88
Ph. de lessivage	6,95 » 7,93	Ph. de ferment.	51,6 ± 10,6	— 0,45
Lessivage second.	7,61 » 7,25	id.	id.	— 0,37
Perte par lessiv.	7,71 » 4,35	Perte par ferm.	24,3 ± 9,4	0,57
Eau évaporée	13,4 » 11,8	Ph. de ferment.	51,6 10,5	0,56
id.	id.	Perte par ferm.	24,3 9,4	0,94
Ph. de ferment.	51,6 ± 10,5	Perte Sucre-ferm.	63 9,3	0,83
id.	id.	— mat. prot-ferm.	13,3 9,5	0,47

Remarque importante. Pour l'étude d'un phénomène, il ne faut pas confondre son intensité avec les pertes entraînées par celui-ci.

Ainsi, pour la fermentation et le lessivage, distinguerons-nous l'intensité et les pertes provoquées.

Intensité du lessivage : s'exprimera par la quantité de matière, après correction de concentration, perdue au lessivage secondaire pour 100 de matières solubles initiales.

Perte par lessivage : s'exprimera par la quantité de matière perdue par lessivage pour 100 de matière sèche maximum initiale.

Intensité de la fermentation : Quantité de matière fermentée pour 100 de matière fermentescible.

Perte par fermentation : quantité de matière fermentée pour 100 de matière sèche maximum initiale.

1er Point : *Etude du rapport* L/H.

Les coefficients de corrélation nous indiquent que le rapport L/H a une influence prépondérante *positive* sur l'intensité de la Fermentation ($r = 0,87$), et *négative*, mais moindre, avec l'intensité du lessivage secondaire ($r = -0,6$) : ce qui est normal puisqu'un rapport L/H élevé favorise de par sa nature l'évaporation directe ; de fait, sa corrélation avec le % d'eau perdu par évaporation directe est de $r = 0,47$.

Les corrélations sont insignifiantes avec le phénomène d'hydrolyse ($r = 0.19$) et la perte totale en eau subie ($r = 0,09$).

Conclusions : La section du silo a une influence prépondérante sur l'intensité de la fermentation en agissant sur 2 facteurs : le tassement, et, conséquemment l'expulsion d'air.

Son influence, quoique moins marquée, existe également pour l'intensité du lessivage secondaire et le phénomène d'évaporation directe.

2me Point : *Étude de la perte en eau.*

La perte en eau est en corrélation presque parfaite avec la perte subie en matière sèche ($r = 0,97$). Si nous comparons cette perte à celles subies et par lessivage et par fermentation, nous obtenons respectivement les valeurs suivantes de r : 0,89 et 0,34.

Nous en concluons que la perte en matière sèche par lessivage est de loin la plus influencée par la perte en eau, ce qui était à prévoir, mais que, cependant, les pertes par fermentation subissent légèrement ce départ d'eau : le coefficient vis-à-vis de la perte totale (lessivage + fermentation) lui étant supérieur (0,97 contre 0,89).

Vis-à-vis de l'*intensité* des phénomènes, on obtient pour le lessivage la valeur de $r = 0,75$ et pour la fermentation, la valeur $r = 0,30$, résultats qui confirment encore ce qui vient d'être dit.

Conclusions. — La perte en eau, comme il fallait s'y attendre, est en corrélation avec le phénomène de lessivage, en intensité et pertes et, de plus, n'est pas sans exercer, par les conditions ainsi créées, une certaine influence sur le phénomène de fermentation avec les pertes qu'il entraîne.

3me Point : *Hydrolyse.*

Nous avons déjà constaté, dans nos essais, que le phénomène d'hydrolyse a été à peine influencé par le rapport L/H ($r = 0,19$).

On peut également se demander si le phénomène d'hydrolyse ne crée pas des conditions favorables à certaines modifications, à moins qu'il ne profite lui-même de conditions déjà propices à d'autres phénomènes.

Il est certain que l'hydrolyse provoque des conditions favorisant la perte en matière sèche par fermentation (corrélation presque parfaite : $r = 0,97$).

En effet, par ce phénomène la quantité de matières fermentescibles est remarquablement majorée ; mais le phénomène lui-même de fermentation n'en est pas tellement favorisé ($r = 0{,}41$).

Ce qui était moins certain, et qui pourtant est prouvé par la haute valeur de $r(0{,}97)$, c'est qu'il y a corrélation presque parfaite entre le phénomène d'hydrolyse et la perte en eau.

Pour tâcher d'en découvrir la cause, considérons, pour la perte en eau, les coefficients de corrélation obtenus d'une part avec l'augmentation de la quantité de sucres, et, d'autre part, avec la quantité maximum de sucres atteinte : dans le 1^er cas, $r = 0{,}86$, dans le second $r = 0{,}88$.

Ces coefficients restant inférieurs à celui obtenu avec le phénomène d'hydrolyse lui-même (0,97), et les coefficients 0,86 et 0,88 étant à peu près semblables, nous en déduirons :

a) que l'hydrolyse est favorisée par ces mêmes conditions propices à la perte en eau (ce qui confirme ce qui a été avancé précédemment, à savoir que l'importance de l'hydrolyse avait comme principal facteur la durée du maintien de haute température dans la masse).

b) que la turgescence cellulaire provoquée par une augmentation notable de la teneur en sucres paraît également jouer un rôle dans la perte en eau subie.

Afin de confirmer éventuellement ces déductions, nous avons également déterminé le coefficient de corrélation entre le phénomène d'hydrolyse et la quantité d'eau évaporée : $r = 0{,}92$.

Cette corrélation élevée confirme visiblement notre première déduction à savoir l'influence de la durée de haute température, facteur favorisant évidemment au premier chef la quantité d'eau évaporée.

Cependant, cette valeur inférieure de r (0,92 contre 0,97 pour la perte en eau) nous amène à penser qu'un autre facteur intervient, beaucoup moins décisif que le premier, qui favorise encore la perte en eau : c'est la turgescence cellulaire, comme nous l'énoncions par ailleurs dans la seconde déduction.

4^me point : *Lessivage et Évaporation.*

Le résultat obtenu ($r = -0{,}45$) permet de déceler une corrélation négative relativement faible entre l'intensité du lessivage et celle de la fermentation : il y aurait donc un certain antagonisme entre ces deux phénomènes.

La corrélation est encore moins grande entre l'importance du lessivage secondaire et le phénomène de fermentation : la valeur obtenue est également négative ($r = -0{,}37$).

D'autre part, si nous comparons, les pertes subies par l'un et l'autre phénomène, la corrélation, positive celle-ci vu l'intervention manifeste du facteur Hydrolyse, est également loin d'être appréciable ($r = 0{,}57$).

D'après cette série d'essais, nous en déduisons que lessivage et fermentation subissent chacun de leur côté leurs facteurs propres, s'épaulant dans certains cas, de telle sorte que la corrélation observable peut varier d'un cas à l'autre.

Quant au phénomène d'évaporation directe, exprimé par la proportion d'eau évaporée, nous constatons :

a) que la corrélation est élevée avec le phénomène d'hydrolyse : $r = 0,92$ (voir 3me point).

b) que la corrélation est encore plus importante avec la perte en mat. sèche subie par évaporation : $r = 0,94$: la transformation d'amidon en sucres n'est évidemment pas étrangère à cette corrélation (voir 5me point).

5me point : *Fermentation.*

a) Le phénomène de fermentation lui-même est plus favorisé par les facteurs d'évaporation ($r = 0,56$) que par ceux de l'hydrolyse ($r = 0,41$) : la présence d'air serait donc à considérer comme facteur secondaire d'évaporation.

b) Comparant la perte en sucres par fermentation à l'intensité du phénomène lui-même, on constate une valeur de $r = 0,83$; pour les matières protéiques, cette valeur retombe à 0,47. Voici pourquoi : les premières pertes subies par fermentation sont dues aux bactéries de la putréfaction qui désintègrent les matières protéiques (albumines-acides aminés-ammoniac) ; ces bactéries n'ont pu subsister longtemps vu les conditions d'acidité rapidement créées par les ferments lactiques. Dès que le pH du milieu descend légèrement en dessous de 4, toute vie bactérienne est rendue impossible à l'exclusion des ferments lactiques, grands déprédateurs de sucres : c'est ce qui explique cette différence notable entre ces deux valeurs de r : 0,83 et 0,47.

Nous avons d'ailleurs constaté l'absence totale de mousse (éventuellement provoquée par CO_2) et d'odeur butyrique caractéristique.

§ 4. Étude de la valeur alimentaire.

Nous exprimons la valeur alimentaire en « Valeur Amidon » (V. A.), obtenue au moyen des coefficients de digestibilité cités par Voltz.

Ces coefficients sont les suivants :

	Produit cru	Produit ensilé
Extractif non azoté	91	98,7
Matières protéiques :	84	79,6
Cellulose	46,2	82,5

Connaissant ainsi la teneur en principes digestifs, on transforme ces valeurs en « valeur amidon » par les coefficients :

1 pour l'extractif non azoté et la cellulose
0,94 pour les matières protéiques.

Exemple (*Thomas*) voir (Tabl. XII)

Pommes de terre crues :

	%	Cœff. de digestibil.	Princ. digestib.	Cœff. de transf.	V. A.
Extractif non azoté	15,92	91	14,5	1	14,5
Mat. protéiques	1,64	84	1,38	0,94	1,30
Cellulose	0,92	46,2	0,42	1	0,42
Valeur alim. brute :					16,22 V.A.
— — réelle : (coef. 0,7)				11,4	V.A.
ou 11,4 × 1,43 =				16,3	U.F.

Pommes de terre cuvées-ensilées.

Extractif non azoté	13,8	98,7	13,6	1	13,6
Mat. protéiques	1,56	79,6	1,24	0,94	1,17
Cellulose	1,37	82,5	1,13	1	1,13
Valeur alimentaire brute :					15,9 V.A.
Valeur alimentaire réelle :				11.1	V.A.
ou				15,9	U.F.

Différence de valeur alimentaire pour poids équivalents :

$$15,9 \times 100/16,22 = 98. \quad \text{soit donc} - 2\% \text{ (col. 7)}$$

Poids final pour 100 kg traités : 79,5 kg (col. 8)
Valeur finale de 100 kg traités : $15,9 \times 79,5/100 = 12,7$ V.A (col. 9)
Perte subie en valeur alimentaire par 100 kg traités :

$$12,7 \times 100/16,22 = 78. \quad \text{soit donc} - 22\% \text{ (col. 10)}$$

ÉCHANTILLON MOYEN.

Les mêmes déterminations sont faites pour les valeurs de l'échantillon dit « moyen », pour lequel nous obtenons les résultats suivants : (Tabl. XII) :

1. Différence de valeur alimentaire entre poids identiques de cru et d'étuvé-ensilé : — 2%

ce qui signifie, pour les essais considérés, que 100 kg de tubercules ensilés possèdent la même valeur alimentaire que 98 kg de tubercules crus.

2. Perte subie en valeur alimentaire par 100 kg traités : — 26%

ce qui signifie que pour disposer de 1.000 VA, il faut ensiler 1.355 VA ; autrement dit : pour disposer de l'équivalent de 100 kg de tubercules frais, il faut traiter 135,5 kg de tubercules.

CONCLUSIONS.

Il est bien entendu qu'il s'agit ici de chiffres moyens fortement influencés par les résultats extrêmes de Gourdange et Golenvaux. Malgré tout, il faut bien reconnaître qu'à première vue, ces résultats paraissent bien décevants.

TABLEAU XII. — *Valeur alimentaire.*

	Valeur Amidon Brute (V. A.)	Valeur Amidon réelle (V. A.)	Unités fourrag. (U. F.)	Produit Ensilé			Diff. en V. A. pour poids identiques	Poids final après ensilage	Val. alim. finale de 100 kg traités	Perte subie en Val. alim. par 100 kgs.
				V. A. Brute	V. A. réelle	Unités fourragères U. F				
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
Thomas	16,22	11,4	16,3	15,90	11,1	15,0	— 2%	79,5 kg	12,7VA	—22 %
Déom	15,17	10,6	15,2	15,07	10,5	15	—0,7%	78	11,7	—22,5%
Claren	18,15	12,7	18,2	16,48	11,5	16,5	—9,2%	98,5	16,2	—11 %
Dangis	18,06	12,6	18	17,55	12,3	17,6	—2,8%	85	14,9	—17,5%
Gourdange	16,34	11,4	16,3	14,71	10,3	14,8	— 10%	57	8,4	— 50%
Golenvaux	14,65	10,2	14,6	15,02	10,5	15	+ 2,5%	53,5	8,05	—45 %
Ech. moyen :	16,32	11,4	16,3	15,99	11,2	16	— 2%	75,3	12	— 26 %

Nous avons vu qu'il était possible d'améliorer les résultats obtenus brutalement par l'étuvage-ensilage. Mais malgré tout, considérations qui ont une importance incontestable dans la position du problème, ne perdons pas de vue:

— que la mise en dépôt pure et simple de tubercules crus peut provoquer une perte en poids encore supérieure, atteignant dans certains cas 35%, alors que dans ces cas d'ensilage, non parfaits, nous atteignons la moyenne de 24,7% seulement.

— que le produit ensilé provoque une meilleure appétence du bétail, et qu'ainsi on constate pratiquement une augmentation journalière de poid vif sensiblement plus élevée que ne le ferait supposer la valeur intrinsèque du produit considéré.

CHAPITRE IV

Conclusions générales.

Vu les véritables dommages auxquels on s'expose par la conservation pure et simple des tubercules, l'étuvage et l'ensilage apparaissent comme une solution idéale en vue d'une conservation prolongée de tubercules à destination de l'alimentation du bétail.

Cette solution supprime, sinon l'entièreté des pertes susceptibles d'être subies par une longue conservation, du moins la plus grande partie de celles-ci (tout en conservant au produit obtenu une valeur alimentaire presqu'inchangée) pourvu que, tout au moins, on s'astreigne à une discipline opératoire relativement stricte dans son application mais simple quant à sa réalisation.

Nous ramenons ici cette discipline à quelques points primordiaux :

1. Propreté des tubercules.
2. Section convenable du silo.
3. Degré de cuisson parfait.
4. Absence totale d'air dans la masse.
5. Écoulement aisé des eaux de condensation provenant de la vapeur injectée.

Les points 2 et 3 fourniront un tassement convenable, aidé par une bonne couverture de terre de 30 à 40 cm Tassement et couverture empêcheront précisément l'air d'être présent dans la masse.

Nous avions déjà lors d'un précédent article (*) attiré l'attention sur ces points : les résultats observés dans cette série d'essais ont d'ailleurs confirmé de façon péremptoire les influences néfastes de certaines négligences.

Du point de vue alimentaire, les tubercules étuvés, quoique de valeur alimentaire légèrement inférieure aux tubercules crus, l'emporteront sur ceux-ci

(*) L. Nys. La pomme de terre fourragère. *Ann. de Gembloux*, 3^e Trim. 1950.

par une meilleure appétance du bétail et par une augmentation de poids vif journalier plus considérable : caractéristique essentielle du produit ensilé de nature à faire oublier la perte en poids subie par l'étuvage et l'ensilage.

SOMMAIRE

Les tubercules étuvés et ensilés subissent pendant la conservation des pertes relativement importantes en eau et en matière sèche. Ces pertes sont dues au lessivage et à la fermentation.

L'auteur s'est attaché à les déterminer de façon théorique en partant de résultats bruts d'analyse, tout en tenant compte des faits propres à chacun des essais dont question dans le présent rapport.

Les pertes de matière sèche par entraînement (lessivage), importantes dans certains cas, peuvent être largement diminuées en respectant scrupuleusement certains points du mode opératoire ; il est constaté d'autre part, que la bonne fermentation (lactique) peut être obtenue avec un minimum de précautions.

Les coefficients de corrélation, déterminés pour différents facteurs, avaient pour but de déceler une dépendance éventuelle entre certains de ceux-ci : section du silo (L/H), perte en eau, hydrolyse, phénomènes de lessivage, fermentation et évaporation. Ce qui frappe surtout c'est la corrélation presque parfaite qui paraît exister entre les pertes en matière sèche et en eau, exprimées toutes deux en % de la teneur initiale ($r = + 0{,}97$). Une corrélation importante se manifeste également entre L/H et le phénomène de fermentation ($r = + 0{,}87$), entre la perte en eau et les pertes subies par lessivage ($r = + 0{,}89$), entre le phénomène d'Hydrolyse et les pertes par fermentation ($r = + 0{,}97$), entre l'hydrolyse et la quantité d'eau évaporée ($r = + 0{,}92$), entre la perte en eau et la teneur maximum en sucres ($r = + 0{,}88$), entre la quantité d'eau évaporée et les pertes par fermentation ($r = 0{,}94$), et enfin entre le phénomène de fermentation et les pertes en sucres par fermentation ($r = 0{,}83$).

Se basant sur les normes de KELLNER, l'auteur constate ensuite que la valeur amidon des tubercules étuvés-ensilés est (il s'agit bien entendu de poids identiques) sensiblement égale à celle de tubercules frais ; il faut malgré tout reconnaître que la valeur alimentaire de 100 kg de tubercules frais est sensiblement diminuée après ensilage (pour disposer de 1.000 VA, il faut ensiler 1.355 VA) : cette dévalorisation est cependant beaucoup moindre que dans le cas d'un entreposage pur et simple.

Dès le début de ce rapport, l'auteur insiste sur le fait que la théorie proposée ainsi que les conclusions énoncées, susceptibles d'être complétées et approfondies à l'avenir, ont pour but principal de constituer une base commune importante dans les recherches futures sur l'étuvage et l'ensilage des tubercules.

Laboratoire de Chimie Analytique, Gembloux.
Septembre 1951.

CHAIRE DE BIOMÉTRIE

Probits normaux classiques et probits relatifs à la répartition triangulaire

par L. MARTIN.

I. INTRODUCTION.

L'essai biologique à réponse tout ou rien (« quantal réponse ») est effectué au moyen d'insecticides, fongicides, herbicides, ou drogues telles que la digitale. Ces essais fournissent une courbe sigmoïde de réponse (% de mortalité) en fonction de la dose, ou plus souvent du logarithme de la dose. La rectification de cette sigmoïde expérimentale peut s'effectuer en utilisant les propriétés d'une sigmoïde déduite de la courbe de Gauss qui donne le pourcentage d'individus tolérant une dose (ou un log dose) au plus égale à une dose donnée. La rectification se fait au moyen des *probits normaux*, c'est-à-dire probits correspondant à des pourcentages calculés au moyen de la *courbe normale de Gauss*. Cette courbe a un intervalle de variation (« range » des anglo-saxons) qui s'étend de $-\infty$ à $+\infty$.

Ainsi que nous le montrons au paragraphe 7, cette courbe n'est pas adaptable à toutes les particularités des réponses biologiques à des toxiques.

En effet : 1° ces réponses se font à partir d'un certain seuil (d'où intervalle de variation nécessairement limité vers la gauche) et 2° ces réponses atteignent 100 % de mortalité à partir d'une dose 100 %, par ailleurs très difficile à estimer avec précision, mais qui, en fait, existe. Dans le cas de résistance requise (*) aux toxiques, cette dose 100 % peut augmenter considérablement. Dans des cas exceptionnels, la résistance semble devenir pratiquement très grande. Ce n'est donc que dans ce cas très spécial que la courbe de Gauss peut être considérée comme répondant à la réalité biologique.

C'est pourquoi nous avons tenté d'utiliser une courbe de répartition des tolé-

(*) Au cours de la discussion d'un remarquable travail de P. ARMITAGE présenté le 31 octobre 1951 à la *Royal Statistical Society*, nous avons exposé brièvement les positions des partisans de la sélection de mutants résistants préexistants dont l'existence est révélée par le toxique d'une part, et d'autre part, des partisans de la théorie de l'adaptation active au toxique (V. L. MARTIN 1952).

rances possédant un intervalle de variation fini, c'est-à-dire limité à gauche et à droite, et proposons la *courbe triangulaire* comme *approximation de la courbe de Gauss, mais avec un intervalle de variation fini.*

Dans une étude antérieure (MARTIN 1951), nous avons montré une façon parmi d'autres, de définir à partir de demi-écarts réduits des probits correspondants à des pourcentages donnés et calculés à partir d'une répartition triangulaire réduite

$$\eta = 1 - |\xi|. \qquad (1)$$

Dans ce travail, nous reprenons la définition originale, à partir de la notion d'écart-réduit, du probit Y relatif à la courbe normale, puis nous introduisons la notion de probit λ' défini à partir de la répartition triangulaire $f_1(\Lambda)$ possédant les caractères suivants :

1) centre correspondant à l'origine des écarts-réduits de la courbe normale.

2) intervalle de variation $(-2{,}5\,;+2{,}5)$ égal à la moitié de l'intervalle de variation $(-5\,;+5)$ de la courbe normale pratique considérée par C. I. BLISS (1934) et commentée par FINNEY (1947, p. 45).

Puis, nous comparons les valeurs des pourcentages correspondant à une même valeur du probit suivant les deux définitions.

Les probits triangulaires λ' correspondent à des pourcentages p. La courbe de fréquences cumulées est composée de deux arcs de parabole qui se raccordent au point $\Lambda = 0$ pour former une sigmoïde biparabolique. En ce point, on constate que :

1° la dérivée première p' (Λ) montre un point anguleux,

2° la dérivée seconde p'' (Λ) ainsi que le rayon de courbure possèdent un point de discontinuité. *Au point de vue didactique, il y a là un exemple élémentaire de centre d'intérêt axé sur la répartition triangulaire* autour de laquelle gravitent des notions intéressantes d'analyse et de statistique mathématiques.

De plus, nous faisons allusion à l'intérêt possible des probits triangulaires λ' dans l'analyse statistique des dosages biologiques basés sur une réponse tout ou rien.

La théorie des probits normaux de C. I. BLISS (1934-1935) a été étendue par R. A. FISHER (1935). Puis leur utilisation a été exposée de façon extensive dans le « Probit analysis » de D. FINNEY (1947-1951).

Nous renvoyons le lecteur à cet ouvrage d'ensemble qui constitue vraiment le manuel d'utilisation courante dans les laboratoires d'essais biologiques du type précité.

Ainsi que nous l'avions annoncé dans l'article précédent (MARTIN, 1951), cet exposé des probits triangulaires et de leurs relations avec les probits normaux s'adresse à des lecteurs possédant une formation mathématique et statistique telle qu'elle est donnée à l'Institut Agronomique de Gembloux par notre excellent collègue J. TEGHEM.

2. Répartition triangulaire réduite.

Soit X une variable aléatoire, de moyenne $\overline{X}$. Nous supposons que la densité de probabilité de $\overline{X}$ suit une répartition triangulaire écrite sous la forme (Martin, 1951)

$$y = \frac{1}{a} - \frac{|X - \overline{X}|}{b} \tag{1}$$

En écarts absolus $x = X - \overline{X}$, on écrit

$$y(x) = \frac{1}{a} - \frac{|x|}{b} \tag{2}$$

Les abcisses à l'origine de y (x) sont $\pm \frac{b}{a}$.

Moyennant la condition

$$\int_{-\frac{a}{b}}^{+\frac{a}{b}} y(x)dx = 1, \tag{3}$$

on trouve, pour déterminer b, la condition :

$$b = a^2 \tag{4}$$

La relation (2) s'écrit donc

$$y(x) = \frac{1}{a}\left[1 - \frac{|x|}{a}\right] \tag{5}$$

D'où les abcisses à l'origine $\pm a$, l'ordonnée à l'origine $y_0 = \frac{1}{a}$ et l'intervalle de variation (range) $R = 2a$.

La fonction $y(x)$ ainsi définie représente la courbe de *densité linéaire de probabilité* ou courbe de fréquence (Cramer, 1946), p. 170) ou encore la *courbe de répartition des écarts absolus* x *autour de la moyenne* $x = 0$.

Nous réservons suivant Cramer (1946, p. 166) le nom de *fonction de distribution de* x à la fonction donnant la probabilité d'avoir un écart inférieur ou égal à x (voir formule (20) infra).

La probabilité d'avoir un écart z compris entre x et $x + dx$ est donnée par l'expression $y(x)dx$. Cette différentielle représente l'*élément de probabilité de la distribution.*

Si l'on pose :

$$\frac{x}{a} = \xi \tag{6}$$

$$\eta = ay \tag{7}$$

on a la formule de répartition triangulaire réduite indiquée en (1), soit

$$\eta(\xi) = 1 - |\xi|,$$

où les abcisses à l'origine sont $\pm$ 1, l'ordonnée à l'origine, $y_0 = 1$ et le « range » vaut 2.

WILKS (1949, p. 119) d'autre part propose un exercice conduisant à une répartition similaire en V inversé dans l'intervalle de variation (0,1). Enfin, POLYA (1949, p. 117), donne la fonction $1 - |t|$ comme exemple de fonction caractéristique.

Utiliser l'écart-réduit ξ revient à mesurer x au moyen du demi-range a. Cependant l'unité classique de mesure des écarts x est l'écart-étalon σ de la répartition (8).

Par définition

$$\sigma^2 = \int_{-1}^{+1} \xi^2 \eta |\xi| d\xi. \tag{9}$$

Vu la symétrie de (8), on a

$$\sigma^2 = 2 \int_{\sigma}^{1} \xi^2 (1 - \xi) d\xi \tag{10}$$

D'où

$$\sigma^2 = \frac{1}{6} \tag{11}$$

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{6}} = 0{,}4082. \tag{12}$$

Pour des raisons de commodité, nous notons $\sigma_2 = 0{,}40$ en première approximation. La notation σ_2 est utilisée pour souligner que l'on n'utilise pas la vraie valeur σ définie par (12), mais bien une valeur σ_2 approchée de σ par défaut à 2 % près.

L'écart-réduit défini pour la courbe triangulaire, avec l'unité $\sigma_2 = 0{,}40$ s'écrit :

$$\Lambda = \frac{x}{\sigma_2} \tag{13}$$

Λ varie dans l'intervalle $(-2{,}5 \; -2{,}5)$.

Si le range est $2a$, pour la courbe en x, on prend l'unité $\sigma_2 = 0{,}4\, a$: d'où l'écart-réduit approché

$$\Lambda = \frac{x}{\sigma_2} = \frac{x}{0{,}4a}. \tag{14}$$

L'approximation utilisée permet de diviser l'intervalle de variation $(-a, +a)$ de x en 5 écarts-réduits. Dans ce cas, la fonction

$$y = \frac{1}{a}\left[1 - \frac{|x|}{a}\right].$$

s'écrit

$$y = \frac{0{,}4}{0{,}4a}\left[1 - \frac{0{,}4\,|x|}{0{,}4a}\right].$$

soit

$$y = \frac{0,4}{\sigma_{\Lambda}} [1 - 0,4|\Lambda|] \qquad (15)$$

D'où

$$f_1(\Lambda) = \sigma_2 y = 0,4 [1 - 0,4|\Lambda|] \qquad (16)$$

est l'équation de la courbe triangulaire réduite (fixe) exprimée au moyen de l'écart étalon 0,4 a et ne dépendant plus que du paramètre Λ qui varie entre 0 et $\pm$ 2,5.

Écrivons l'équation de la courbe normale réduite fixe en écarts-réduits classiques $\lambda = \frac{x}{\sigma_N}$,

$$\varphi(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\lambda^2}{2}} \qquad (17)$$

On trouvera dans la fig. 1 (partie II) la correspondance entre les courbes (16) et (17) pour $\lambda = \Lambda$, dans l'intervalle ($-$ 2,5 ; $+$ 2,5). Rappelons que $\Lambda = \frac{x}{\sigma_2}$ est l'écart-réduit approché défini en (13) ; tandis que $\lambda = \frac{x}{\sigma_N}$ est l'écart-réduit classique pour la courbe normale.

Considérons la répartition (5) en x, dont l'intervalle de variation R vaut $2a$; la formule (11) montre que la variance V_x est donnée par l'expression

$$V_x = \frac{a^2}{6} = \frac{R^2}{24}.$$

L'écart étalon vaut

$$\sigma_x = \frac{a}{\sqrt{6}} = \frac{0,4082 \times R}{2} = 0,2041 \text{ R.}$$

L'approximation adoptée ci-dessus en (13) permet d'écrire l'écart étalon approché pour l'écart absolu x

$$\sigma_{2x} = 0,20 \text{ R.}$$

Ce résultat est signalé par DEMING (1950, p. 62) qui note que des approximations du même type lui ont rendu de grands services dans l'organisation de recensements.

La courbe normale limitée au même intervalle de variation R comprenant 5 écarts étalons ($R = 5\sigma$) possède une variance

$$V_{N,x} = \frac{R^2}{25}$$

d'où un écart étalon

$$\sigma_{N,x} = \frac{R}{5} = 0,20 \text{ R.}$$

En fait, l'approximation (13) que nous avons utilisée pour définir l'écart

réduit triangulaire $\Lambda = \frac{x}{\sigma_2}$ revient à mesurer cet écart réduit au moyen de l'écart étalon σ_N correspondant à la courbe normale limitée au même intervalle de variation que la répartition triangulaire. DEMING (*l. c.*) a dessiné la courbe normale avec $R = 6\sigma_N$ d'où, la variance $\frac{R^2}{36}$ est l'écart étalon 0,17 R.

On voit intuitivement que la distribution triangulaire que DEMING a considérée et que nous utiliserons systématiquement plus loin permet d'écrire moyennant l'approximation (13), les répartitions triangulaire et normale au moyen du même argument qui peut être soit l'écart x, soit le même écart réduit $\lambda = \frac{x}{\sigma_N}$ pour la courbe normale ou $\Lambda = \frac{x}{\sigma_2}$ pour la répartition triangulaire.

La répartition triangulaire réduite dont l'intervalle R = 5 (mesuré en unités σ_2) s'étend de — 2,5 à 2,5, groupe 100 % des cas dans l'hypothèse où l'univers est décrit par cette loi. Par contre, si l'univers est supposé gaussien, le même intervalle groupe 99 % des cas. Cette différence est faible, d'où intérêt pratique de la répartition triangulaire. De plus, du point de vue didactique, la simplicité des équations (5) et (16) nous permettra de calculer effectivement de façon rapide les intégrales homologues à celles qui sont obtenues au prix de calculs numériques étendus dans le cas de la courbe de Gauss. La question des approximations de ces fonctions n'est pas encore définitivement réglée, témoin le récent travail de POLYA (1949, 2).

3. EXPRESSION ALGÉBRIQUE DES INTÉGRALES DE LA RÉPARTITION TRIANGULAIRE.

Nous utilisons des notions homologues à celles qui sont employées classiquement pour la courbe de Gauss. Appelons $\Theta(\Lambda)$ la probabilité de voir un écart-réduit u compris entre $-\Lambda$ et $+\Lambda$. En vertu de la symétrie de la répartition triangulaire, on peut écrire

$$\Theta(\Lambda) = 2 \times 0{,}4 \int_0^{\Lambda} (1 - 0{,}4\ u)\, du$$

$$\Theta(\Lambda) = 0{,}8\,\Lambda(1 - 0{,}2\,\Lambda). \qquad (18)$$

De même, notons $P(\Lambda)$ la probabilité de voir u extérieur à l'intervalle $(-\Lambda, +\Lambda)$ sans que u puisse sortir de l'intervalle $(-2{,}5 + 2{,}5)$

$$P(\Lambda) = 1 - 0{,}8\,\Lambda(1 - 0{,}2\,\Lambda) \qquad (19)$$

Enfin, écrivons $\Pi(\Lambda)$ pour la probabilité d'avoir un écart-réduit u compris dans l'intervalle $(-2{,}5\ ;\ \Lambda)$.

La fonction $\Pi(\Lambda)$ est la fonction de distribution de u ; en effet, puisque Λ varie à partir de $-2{,}5$, $\Pi(\Lambda)$ donne la probabilité d'avoir u compris entre $-2{,}5$ et Λ.

$$\Pi(\Lambda) = 0{,}4 \int_{-2{,}5}^{\Lambda} [1 - 0{,}4|u|]du \qquad (20)$$

Suivant le signe de Λ, on a

$$\Pi(-\Lambda) = \frac{1}{2} P(\Lambda) = 0{,}5 - \Theta(\Lambda)$$
$$\Pi(o) = 0{,}5$$
$$\Pi(+\Lambda) = 0{,}5 + \frac{1}{2} \Theta(\Lambda). \qquad (21)$$

Notons p (< 1) ou $100\ p$ % la fraction des cas répondant aux fréquences cumulées dans l'intervalle $(-2{,}5, \Lambda)$ on a

$$p(\Lambda) = \Pi(\Lambda). \qquad (22)$$

On peut donc écrire, eu égard à (21), les relations algébriques existant entre l'écart-réduit Λ et les fréquences cumulées depuis la limite $-2{,}5$ jusque Λ. Pour plus de clarté, nous explicitons le signe de Λ

$$p = 0{,}5 - 0{,}4(-\Lambda)\ [1 - 0{,}2(-\Lambda)] \qquad p < 0{,}5 \qquad (23)$$
$$p = 0{,}5 + 0{,}4\Lambda[1 - 0{,}2\Lambda] \qquad p > 0{,}5 \qquad (24)$$

On obtient deux équations du 2^e degré en Λ dont la racine adéquate fourni l'écart-réduit Λ correspondant au pourcentage $100\ p$ %. La restriction imposée aux valeurs des racines est évidemment

$$-2{,}5 \leqslant \Lambda \leqslant +2{,}5 \qquad (25)$$

Pour $p > 0{,}5$, l'équation (24) s'écrit, après des réductions élémentaires :

$$\Lambda_2 - 5\Lambda + 12{,}5\,(p - 0{,}5) = 0 \qquad (26)$$

dont les racines sont données par

$$\Lambda = 2{,}5\,[1 \pm \sqrt{1 - 2(p - 0{,}5)}]$$

En vertu de la restriction $|\Lambda| \leqslant 2{,}5$, la racine correspondant au signe $+$ devant le radical est à rejeter. On conserve donc

$$\Lambda = 2{,}5\ [1 - \sqrt{1 - 2(p - 0{,}5)}] \qquad (27)$$

On voit que Λ croît de 0 à 2,5 lorsque p passe de 0,5 à $+1{,}0$. Pour $p < 0{,}5$ l'équation (23) s'écrit en $(-\Lambda)$

$$(-\Lambda)^2 - 5(-\Lambda) - 12{,}5(p - 0{,}5) = 0. \qquad (28)$$

D'où

$$-\Lambda = 2{,}5[1 \pm \sqrt{1 + 2(p - 0{,}5)}]$$
$$\Lambda = -2{,}5[1 \pm \sqrt{1 + 2(p - 0{,}5)}]$$

Pour $p = 0{,}5$, $\Lambda = 0$, d'où rejet de la solution répondant au signe $+$ devant le radical. Il vient donc :

$$\Lambda = -2{,}5[1 - \sqrt{1 + 2(p - 0{,}5)}] \tag{29}$$

Pour $p = 0$, on trouve bien $\Lambda = -2{,}5$ tandis que pour $p = 0{,}5$ on retrouve la valeur $\Lambda = 0$ qui est fournie par (26).

Étudions l'allure de p en fonction de Λ en écrivant $p_g(\Lambda)$ pour $-2{,}5 \leqslant \Lambda < 0$, $p_0(\Lambda)$ pour $\Lambda = 0$ et $p_d(\Lambda)$ pour $0 < \Lambda \leqslant +2{,}5$.

1) $-2{,}5 \leqslant -\Lambda < 0$.

L'équation (22) fournit

$$p_g(\Lambda) = 0{,}5 + \frac{\Lambda^2}{12{,}5} + \frac{\Lambda}{2{,}5} \tag{30}$$

$$p'_g(\Lambda) = \frac{\Lambda}{6{,}25} + \frac{1}{2{,}5} \tag{31}$$

Dans l'intervalle $(-2{,}5\ ;\ 0-)$ cette fonction donne la représentation analytique de la dérivée de (29) et permet d'écrire la dérivée à gauche de $p(\Lambda)$ pour $\Lambda = 0$ lorsque $\Lambda \to 0$ par valeurs négatives.

On voit que

$$p'_g(-2{,}5) = 0. \tag{32}$$

$p'(\Lambda)$ croit linéairement de 0 à $+0{,}4$ tout en restant positive quand Λ varie de $-2{,}5$ à 0.

2) $0 < \Lambda \leqslant +2{,}5$.

L'équation (23) fournit :

$$p_d(\Lambda) = 0{,}5 - \frac{\Lambda^2}{12{,}5} + \frac{\Lambda}{2{,}5} \tag{33}$$

$$p'_d(\Lambda) = -\frac{\Lambda}{6{,}25} + \frac{1}{2{,}5} \tag{34}$$

Dans l'intervalle $(0+, +2{,}5)$, cette relation donne la dérivée à droite de (33) et permet d'écrire la dérivée à droite de $p(\Lambda)$ pour $\Lambda = 0$ lorsque $\Lambda \to 0$ par valeurs positives.

D'où

$$p'_g(+2{,}5) = 0. \tag{35}$$

La dérivée $p'_d(\Lambda)$ décroît linéairement de 0,4 à 0 tout en restant positive lorsque Λ varie de 0 à $+2{,}5$.

3) $\Lambda = 0$.

En vertu de (30) et (33),

$$p_0 = 0{,}5 \text{ pour } \Lambda = 0 \tag{36}$$

tandis que (31) et (34) montrent que si $\Lambda \to 0$ par valeurs négatives ou positives, on a

$$\lim_{\Lambda \to 0} p'(\Lambda) = \frac{1}{2,5} = 0,4. \tag{37}$$

Nous posons donc que :

$$p'_0(0) = 0,4 \tag{38}$$

La fonction $p(\Lambda)$ donnant le pourcentage des fréquences cumulées dans l'intervalle $(-2,5, \Lambda)$ est une fonction continue composée de deux portions d'arcs de paraboles différentes (30) et (33) de concavité opposée et qui se raccordent suivant une même tangente TAT' au point $\Lambda = 0$ (37 et 38) (fig. 1). Comme $p(\Lambda)$ est situé de part et d'autre de la tangente commune en $\Lambda = 0$, ce point constitue un point d'inflexion de $p(\Lambda)$ répondant à un point anguleux pour la dérivée. Pour $\Lambda = 0$, la dérivée seconde est donnée pour chacun des arcs de parabole, ainsi qu'au point $\Lambda = 0$ par les expressions que voici :

a) $$p''_g(\Lambda) = \frac{1}{6,25} = +0,16 \tag{39}$$

dans l'intervalle $(-2,5, 0-)$.

b) $$p''_d(\Lambda) = -0,16. \tag{40}$$

dans l'intervalle $(0+, +2,5)$.

c) Pour $\Lambda = 0$, nous posons

$$p''(0) = 0. \tag{41}$$

D'où la dérivée seconde $p''(\Lambda)$ est discontinue pour $\Lambda = 0$ et subit un saut $(+0,16 ; 0)$ (*) à gauche de $\Lambda = 0$ et de $(0 ; -0,16)$ à droite de $\Lambda = 0$.

La fonction $p'(\Lambda)$ correspond à la fonction $f_1(x)$ considérée par CRAMER (1946, p. 245 et 246) quoique les intervalles de variation de x et Λ soient différents.

Introduisons les notations ε.

$$\begin{array}{lll} \varepsilon = +1 & p - 0,5 > 0. & \Lambda > 0. \\ \varepsilon = 0 & p = 0,5. & \Lambda = 0. \\ \varepsilon = -1 & p - 0,5 < 0. & \Lambda < 0. \end{array} \tag{42}$$

avec, pour n entier, les conventions :

$$\varepsilon^{\pm 2n} = 1 \qquad \varepsilon^{\pm (2n+1)} = \varepsilon.$$

On peut alors écrire l'ensemble des courbes λ_g, λ_d, $p_g(\Lambda)$, $p_d(\Lambda)$ ainsi que leurs dérivées premières et secondes, sous une forme condensée dans l'intervalle $-2,5 \leqslant \Lambda \leqslant +2,5$.

(*) Lorsqu'une fonction discontinue en un point passe brusquement d'une valeur a à une autre valeur b, le saut de a à b est écrit $(a ; b)$.

Les tronçons considérés correspondent au signe + devant le radical (27) et (29).

On obtient ainsi :

$$\Lambda = \varepsilon.2{,}5[1 - \sqrt{1 - 2\varepsilon(p - 0{,}5)}] \tag{43}$$

$$p - 0{,}5 = -\varepsilon\frac{\Lambda^2}{12{,}5} + \frac{\Lambda}{2{,}5} \tag{44}$$

$$p' = 0{,}4 - \varepsilon\ 0{,}16\Lambda \tag{45}$$

$$p'' = -\varepsilon.\ 0{,}16 \tag{46}$$

En tenant compte des notations et conventions (42), on passe de l'équation (43) aux suivantes par des opérations de dérivation des formules algébriques simples.

4. Représentation géométrique.

La figure 1 donne la représentation graphique des courbes (43) à (46) en fonction de Λ et de $\varepsilon(\Lambda)$ suivant (42). La courbe $p(\Lambda)$ est divisée en 4 tronçons répondant aux 4 combinaisons des valeurs de $\varepsilon = -1$ ou $+1$ et des signes $\pm$ devant le radical des formules (27) et (29).

Les portions de $p(\Lambda)$, $p'(\Lambda)$, $p''(\Lambda)$, $\varepsilon(\Lambda)$ qui sont relatifs à la répartition triangulaire (16) sont dessinées en trait plein. Les domaines plans qui leur correspondent sont d'un seul tenant.

Les segments de courbes précités répondent aux spécifications suivantes :

p	ε	p'	p''	Segment	
$+\sqrt{\ }$	-1	>0	>0	BA	(47)
$+\sqrt{\ }$	$+1$	<0	<0	AC	

D'autre part, les valeurs de p, p', p'', ε définies dans les intervalles $-5 < -\Lambda < -2{,}5$ et $+2{,}5 < \Lambda < +5$ sont notées en pointillé. Les domaines plans qui leur correspondent ne sont pas d'un seul tenant. Cependant, vu la périodicité évidente, en enroulant les plans sur un cylindre en faisant coïncider respectivement les paires de points $\Lambda = +5$ et $\Lambda = -5$, D et E, G et F, I' (symétrique de I) et H, K' (symétrique de K) et J, on obtient pour ces portions de courbes CD et EB un domaine d'un seul tenant qui répond au signe — portant sur le radical de (27) et (29). Pour ne pas alourdir l'exposé, nous n'insistons pas sur ce point spécial.

Le rayon de courbure R au point Λ présente un point de discontinuité pour $\Lambda = 0$. En effet, on sait que

$$R^2 = \frac{[1 + p'(\Lambda)]^3}{p''(\Lambda)^2}$$

A gauche et à droite de $\Lambda = 0$, R^2 est fini, vu les relations (39) et (40) ou (42) et (45).

Pour $\Lambda = 0$, $R^2 = \infty$, car $p''(0) = 0$ en vertu de (41) ou (42) et (46).

En passant par les points successifs $\Lambda = 0-$; $\Lambda = 0, \Lambda = 0+$, le cercle de courbure de rayon Rg, fini au point $\Lambda = 0-$, explose brutalement en $\Lambda = 0$ pour donner la droite TAT' puis se referme au point $0+$ avec un rayon $Rd = Rg$. Le point $\Lambda = 0$ est un point d'inflexion pour $p(\Lambda)$ car la tangente TAT' traverse la courbe $p(\Lambda)$.

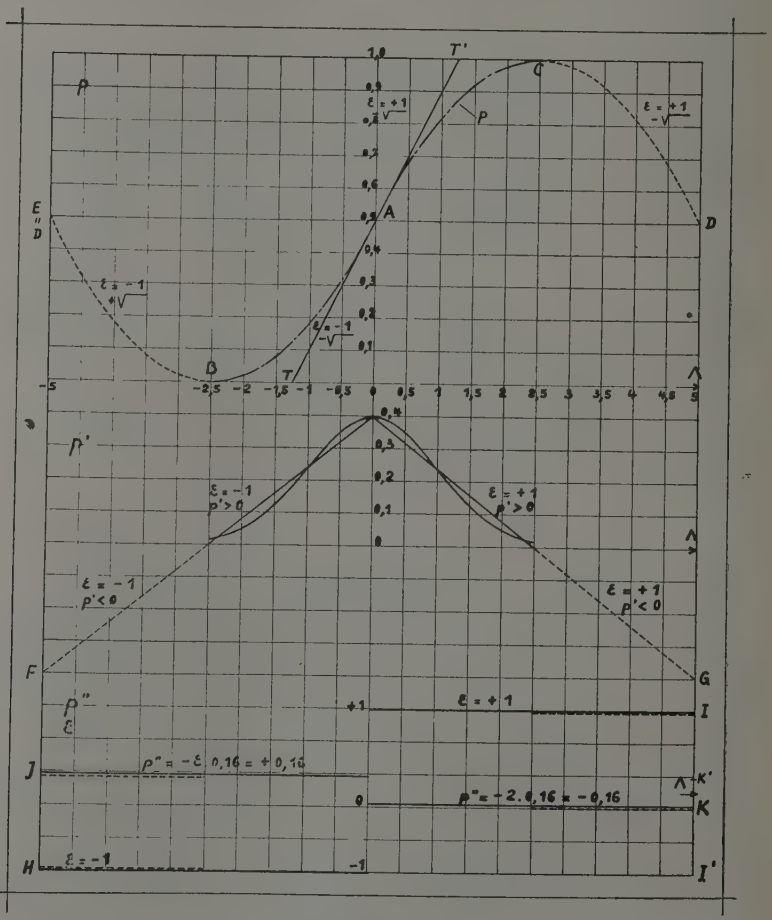


FIG. 1.

5. ÉCART-RÉDUIT ET PROBIT ÉQUIVALENT A UN POURCENTAGE 100 p %.

Dans le cas de la loi normale,

$$f(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\lambda^2}{2}}, \tag{48}$$

GADDUM (1933) a introduit la notion d'écart-réduit normal λ correspondant à un pourcentage p (normal équivalent deviate N. E. D.)

$$p = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\lambda} e^{-\frac{u^2}{2}} du. \tag{49}$$

La résolution sous la forme $\lambda = \psi(p)$ n'est pas possible algébriquement. Le N. E. D. est négatif pour $p < 0{,}5$, positif si $p > 0{,}5$ et peut varier de $-\infty$ à $+\infty$.

Les formules (20) et (22) permettent de définir de façon analogue pour la répartition triangulaire

$$p = 0{,}4 \int_{-2{,}5}^{\Lambda} [1 - 0{,}4\,(u)]\, du \tag{50}$$

La résolution de cette équation est possible par des opérations algébriques simples. Selon (43), on obtient en effet :

$$\Lambda = \varepsilon \,.\, 2{,}5\,[1 - \sqrt{1 - 2\varepsilon\,(p - 0{,}5)}] \tag{51}$$

ou nous rappelons : 1) ε a le signe de Λ ou de $(p - 0{,}5)$,
2) $|\varepsilon| = 1$ pour $p - 0{,}5 \neq 0$,
3) $\varepsilon = 0$ pour $p = 0{,}5$

en vertu de (43).

Parallèlement à l'appellation de GADDUM, on peut qualifier Λ d'*écart-réduit triangulaire équivalent au pourcentage* p (Triangular equivalent deviate ou T. E. D.). Le T. E. D. ne peut varier toutefois qu'entre $-2{,}5$ et $+2{,}5$.

Pour éviter les valeurs négatives du N. E. D., BLISS (1934) a substitué à l'intervalle de variation (range) théorique de λ qui s'étend de $-\infty$ à $+\infty$ un intervalle de variation pratique $-5 \leqslant \lambda \leqslant +5$ tel que la probabilité P (5) l'avoir λ extérieur à cet intervalle soit pratiquement nulle. En effet, P(5) vaut environ $0{,}5 \times 10^{-6}$.

On est donc pratiquement certain que λ vaudra au minimum -5 et, au maximum, $+5$.

En effectuant une ajoute systématique de 5 à la variable aléatoire λ, soit en introduisant la notation

$$Y = \lambda + 5, \tag{52}$$

on est pratiquement certain que Y variera entre 0 et $+10$, avec des valeurs toujours positives. BLISS a appelé Y le probit répondant au pourcentage p.

D'où l'expression du probit Y correspondant au pourcentage p :

$$p = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Y-5} e^{-\frac{u^2}{2}} du, \qquad (53)$$

u étant l'écart-réduit courant. La résolution directe sous la forme

$$Y = X(p)$$

n'est pas possible.

Bliss (1934), Fisher-Yates (1948, Table IX) et Finney (1947) ont donné des tables des valeurs Y en fonction de p.

Passant à la répartition triangulaire

$$f_1(\Lambda) = 0{,}4\,[1 - 0{,}4|\Lambda|], \qquad (54)$$

où Λ ne sort pas de l'intervalle $(-2{,}5 + 2{,}5)$, on définit le probit répondant au pourcentage p dans la répartition triangulaire sous la forme

$$\Lambda' = 2{,}5 + \Lambda. \qquad (55)$$

Λ' reste toujours positif et varie de 0 à + 5.

La définition analytique de Λ' est donnée par

$$p = 0{,}4 \int_{-2{,}5}^{\Lambda'-2{,}5} [1 - 0{,}4|u|]\, du \qquad (56)$$

u étant l'écart-réduit courant défini par (14).

Ainsi que le montrent (30) et (33), on peut effectuer l'intégration indiquée. Compte tenu de (42), (43) et (54), on écrit

$$\Lambda' = 2{,}5 \left\{ 1 + \varepsilon[1 - \sqrt{1 - 2\varepsilon(p - 0{,}5)}] \right\} \qquad (57)$$

Pour faire coïncider la valeur centrale de Λ' qui vaut 2,5 avec la valeur centrale de Y qui vaut 5, nous introduisons un décalage systématique de 2,5 dans le sens positif, ce qui fournit un nouveau probit λ' (*Tableau* 1).

$$\lambda' = 2{,}5 + \Lambda' = 5 + \Lambda. \qquad (58)$$

Alors que Λ' varie par valeurs positives de 0 à 5, λ' varie par valeurs positives de 2,5 à 7,5.

TABLEAU 1.

			Valeur centrale			
Courbe normale	0	2,5	5	7,5	10	$Y = \lambda + 5$
	— 5		0		5	$\lambda \quad (-5 + 5)$
Répartition		— 2,5	0	+ 2,5		$\Lambda \quad (-2{,}5 + 2{,}5)$
triangulaire		0	2,5	5		$\Lambda' = \Lambda + 2{,}5$
		2,5	5	7,5		$\lambda' = \Lambda + 5$

L'on voit que les mêmes valeurs numériques de λ et Λ d'une part, de Y et λ' d'autre part, sont représentées par les mêmes points de l'axe portant les écarts-réduits et les probits Y et λ' respectivement. A noter que FINNEY (1947, p. 24) écrit que les probits extérieurs à l'intervalle (2,5, 7,5) sont « very extreme ». Les formules (15) et (56) fournissent l'expression

$$\lambda' = 5 + 2{,}5.\varepsilon[1 - \sqrt{1 - 2\varepsilon(p - 0{,}5)}] \qquad (59)$$

pour laquelle la *table* 2 donne une série exemplative de valeurs numériques.

TABLE 2.

Formule Générale : $\lambda' = 5 + \varepsilon.2{,}5[1 - \sqrt{1 - 2\varepsilon(p - 0{,}5)}]$

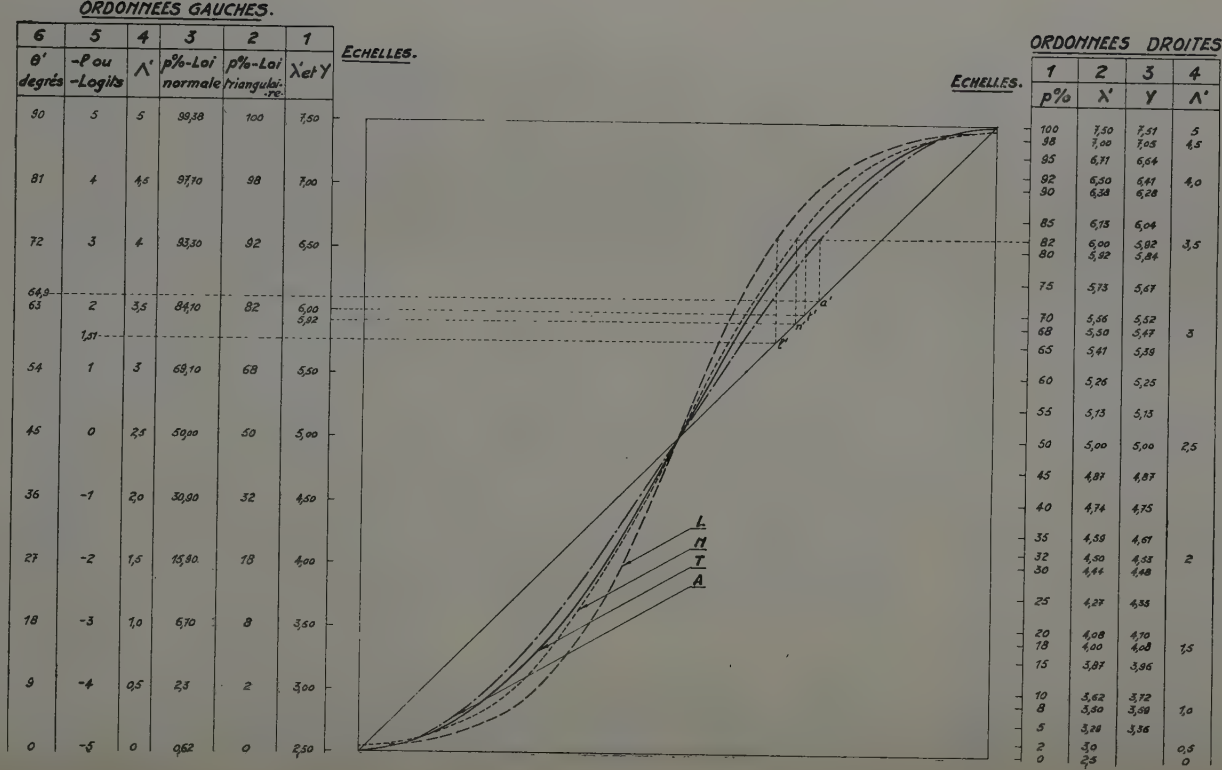
$p < 0{,}5$ $\quad \varepsilon = -1$		$p = 0{,}5$ $\quad \varepsilon = 0$		$p > 0{,}5$ $\quad \varepsilon = +1$	
$\lambda' = 5 - 2{,}5\,[1 - \sqrt{1 + 2\,(p - 0{,}5)}]$		$\lambda' = 5$		$\lambda' = 5 + 2{,}5\,[1 - \sqrt{1 - 2\,(p - 0{,}5)}]$	
p	λ'	p	λ'	p	λ'
0,000	2,5000	0,50	5,0000	0,55	5,1285
0,001	2,6117			0,60	5,2640
0,005	2,7500			0,65	5,4085
0,01	2,8535			0,70	5,6292
0,02	3,0000			0,75	5,7232
0,03	3,1122			0,80	5,9190
0,04	3,2070			0,85	6,1307
0,05	3,2905			0,90	6,3820
0,10	3,6180			0,95	6,7095
0,15	3,8692			0,96	6,7930
0,20	4,0810			0,97	6,8877
0,25	4,2677			0,98	7,0000
0,30	4,4362			0,990	7,1465
0,35	4,5915			0,995	7,2500
0,40	4,7360			0,999	7,3882
0,45	4,8715			1,000	7,5000

En utilisant la définition du probit correspondant à un pourcentage $100p$ % donnée par BLISS et la table IX de FISHER-YATES d'une part et, d'autre part, la table 1 ci-dessus, on peut tracer la *figure* 4 qui représente :

1° la sigmoïde T correspondant à la répartition triangulaire

$$100p_T(\Lambda) = 50 + 100\left(-\varepsilon\frac{\Lambda^2}{12{,}5} + \frac{\Lambda}{2{,}5}\right) \qquad (60)$$

est obtenue à partir de (45). C'est la fonction de distribution qui est l'équation de la courbe des fréquences cumulées relative à la loi triangulaire. Cette courbe pourrait être dénommée *sigmoïde bi-parabolique*.


ORDONNEES GAUCHES.
6 θ' degrés
5 -P ou -Logits
4 λ'
3 p%-Loi normale
2 p%-Loi triangulaire.
1 X' et Y
ECHELLES.
90 5 5 98,38 100 7,50
81 4 4,5 97,10 98 7,00
72 3 4 93,30 92 6,50
64,9
63 2 3,5 84,10 82 6,00
5,82
1,51
54 1 3 68,10 68 5,50
45 0 2,5 50,00 50 5,00
36 -1 2,0 30,90 32 4,50
27 -2 1,5 15,90 18 4,00
18 -3 1,0 6,70 8 3,50
9 -4 0,5 2,3 2 3,00
0 -5 0 0,62 0 2,50
L
N
T
A
a'
n'
t'
ECHELLES.
ORDONNEES DROITES.
1 p%
2 X'
3 Y
4 λ'
100 7,50 7,51 5
98 7,00 7,03 4,5
95 6,71 6,64
92 6,50 6,41 4,0
90 6,33 6,28
85 6,13 6,04
82 6,00 5,92 3,5
80 5,92 5,84
75 5,73 5,67
70 5,56 5,52
68 5,50 5,47 3
65 5,41 5,39
60 5,26 5,25
55 5,13 5,13
50 5,00 5,00 2,5
45 4,87 4,87
40 4,74 4,75
35 4,59 4,67
32 4,50 4,53 2
30 4,44 4,48
25 4,27 4,35
20 4,08 4,20
18 4,00 4,08 1,5
15 3,87 3,96
10 3,62 3,72
8 3,50 3,58 1,0
5 3,28 3,36
2 3,0 0,5
0 2,5 0

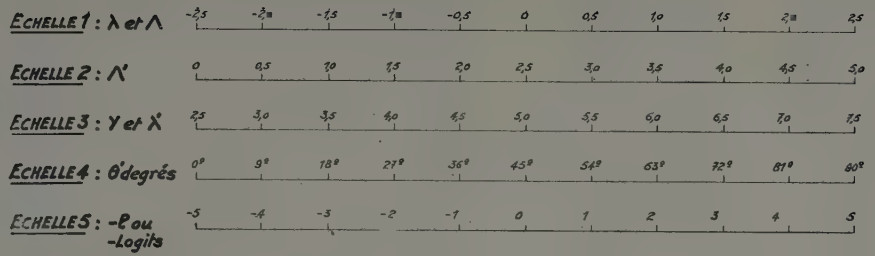


FIGURE 2,

Sigmoïde	Trait.	Équation réduite	
1. *Range de* $-\infty$ *à* $+\infty$			
Normale N	– – – – – – –	$p_N = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\Lambda} e^{-\frac{u^2}{2}} du$	(éq. 61)
Logistique L	— — — — —	$p_L = \frac{1}{1 + e^{-\Lambda}}$	(éq. 67)
2. *Range fini.*			
Angulaire A	— . — . —	$p_A = \sin^2 \frac{\pi}{10} (2{,}5 + \Lambda)$	(éq. 68)
Triangulaire T	———————	$p_T = 0{,}5 + (0{,}4\Lambda - 0{,}08\,\epsilon\Lambda^2)$	(éq. 60)

LÉGENDE DE LA FIGURE 2.

Abcisses : toutes les échelles des abcisses sont linéaires.
Échelle 1 : Écart-réduit λ relatif à la courbe normale réduite.
Écart-réduit Λ relatif à la répartition triangulaire réduite.
Cette échelle linéaire est commune à ces deux écarts-réduits.
Échelle 2 : Probits Λ' variant de 0 à 5 non utilisés dans la comparaison avec les probits relatifs à la courbe normale.
Échelle 3 : Probits $Y = \lambda + 5$ relatifs à la courbe normale (N).
Probits $\lambda' = \Lambda + 5$ relatifs à la répartition triangulaire (T).
L'échelle est commune à ces deux probits.
Échelle 4 : Échelle en degrés pour θ' défini par la transformation angulaire $p = \sin^2 \theta'$ (Courbe A).

ORDONNÉES DROITES :

Échelle 1 : Échelle linéaire de pourcentages 100 % communes aux courbes $100\,p_N$ (λ) et $100\,p_T$ (Λ) correspondant aux pourcentages notés en regard des points de division.
Échelle 1 : Échelle linéaire de probits définis suivant $100\,p_T$ (Λ) (éq. 60) avec $\lambda' = \Lambda + 5$.
Échelle 3 : Échelle non linéaire de probits correspondants aux pourcentages notés en face des points de divisions définis par $100\,p_N$ (λ).
Échelle 4 : Échelle non métrique de probits Λ'.

ORDONNÉES GAUCHES :

Échelle 1 : Échelle linéaire de probits commune aux probits définis pour la loi normale (Y) et aux probits définis pour la loi triangulaire (λ').
Échelle 2 : Échelle non linéaire de pourcentages $100\,p_T$ (Λ) définis à partir de la répartition triangulaire.
Échelle 3 : Échelle non linéaire de pourcentages $100\,p_N$ (λ) définis à partir de la loi normale.
Échelle 4 : Échelle linéaire de probits Λ'.
Échelle 5 : Échelle linéaire en logits négatifs $-l = -$ Logits. définie par la courbe logistique L.
Échelle 6 : Échelle linéaire en degrés θ'.

2° la sigmoïde gaussienne ou normale N.

$$100 p_N(\lambda) = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\lambda} e^{-\frac{u^2}{2}}\, du \qquad (61)$$

obtenue à partir de (52) et (53).

3° la sigmoïde logistique introduite au paragraphe 7 (éq. 67),

4° la sigmoïde angulaire A, considérée au même endroit (éq. 68).

5° la droite inclinée à 45° rectifie chacune de ces 4 sigmoïdes lorsque l'on utilise les échelles d'abcisses et d'ordonnées adéquates.

La droite représentant les deux équations (52) et (58) a comme équation

$$Y = \lambda + 5 \qquad \text{(loi normale)} \qquad (62)$$
$$\lambda' = \Lambda + 5 \qquad \text{(loi triangulaire)} \qquad (63)$$

La droite λ' relative à la loi triangulaire n'est définie que pour Λ compris entre $-2{,}5$ et $+2{,}5$ tandis que la droite Y est définie pour λ variant entre -5 et $+5$. Néanmoins, la partie la plus importante de (62) répond aux probits Y compris entre 2,5 et 7,5. La figure 16 de BURN, FINNEY et GOODWIN (1950) rend clairement intuitive cette assertion.

Les échelles se rapportant aux courbes et à la droite sont définies dans la légende de la figure 4.

6. COMMENTAIRES DE LA FIGURE 2.

1. *Rectification de* $p(\lambda)$ *et* $p(\Lambda)$.

Les horizontales en pointillé tracées sur la figure 2 montrent clairement le principe de la rectification des deux sigmoïdes $p_N(\lambda)$ et $p_T(\Lambda)$ par les droites confondues d'équation

$$Y = \lambda + 5 \qquad -5 \leqslant \lambda \leqslant +5$$
$$\Lambda' = \Lambda + 5 \qquad -2{,}5 \leqslant \Lambda \leqslant +2{,}5.$$

Partant de α correspondant à 82 % sur l'échelle linéaire 1 commune des pourcentages (ordonnées à droite), on rabat verticalement les points n et t en n' et t' situés sur la droite commune des probits. Enfin, on rabat horizontalement n' et t' sur les points $Y = 5{,}92$ et $\lambda' = 6{,}0$ situés sur l'échelle linéaire commune aux probits Y et λ' dans l'intervalle

$$2{,}5 \leqslant Y \leqslant 7{,}5.$$

2. *Comparaison entre les courbes de pourcentage correspondant à un même écart-réduit* λ *(ou* Λ*) ou encore à un même probit* Y *(ou* λ'*).*

a) En utilisant la table IX de FISHER-YATES (1948) ou la table 1 de FINNEY (1947) conjointement à la table I ci-dessus, on peut écrire les différences $100p_N(\lambda) - 100p_T(\Lambda)$ pour $\lambda = \Lambda$ soit pour des valeurs numériques égales des probits normaux et triangulaires.

On voit qu'à des probits numériquement égaux, les pourcentages correspondants définis suivant les courbes normales et triangulaires respectivement diffèrent au maximum de 2,1 % environ.

b) En comparant les différences entre λ' et Y correspondant à un même pourcentage p, on obtient les résultats suivants :

De 50 à 97 %, $Y < \lambda'$. La différence maxima vaut $-0{,}10$ pour $p = 90$ %.

Pour $p > 97$ % environ, $Y > \lambda'$. Le probit Y tend très rapidement vers l'infini à partir de la valeur $\lambda' = 6{,}89$ correspondant à 97 % lorsque p passe

de 97 à 100 %. D'autre part, λ' parcourt les valeurs allant de 6.89 à 7,5 seulement quand p varie dans le même intervalle.

TABLE 3.

Echelle linéaire des probits $\lambda' = Y$	% correspondants suivant la loi triangulaire	% correspondants suivant la loi normale
7,5	100	99,38
7,0	98	97,7
6,5	92	93,3
6,0	82	84,1
5,5	68	69,1
5,0	50	50
4,5	32	30,9
4,0	18	15,9
3,5	8	6,7
3,0	2	2,3
2,5	0	0,62

Dans la zone 0 — 50 %, la relation est antisymétrique par rapport au point (0,5).

De 50 à 3 %, Y est supérieur à λ'. La différence maxima $Y - \lambda'$ vaut + 0,10 pour $p = 3$ %.

Pour $p < 3$ %, $Y < \lambda'$. Lorsque p diminue de 3 % à 0 %, Y tend vers $-\infty$ tandis que λ' diminue de 3,11 à 2,5. La valeur $\lambda' = 2,5$ est atteinte dès que $p = 0$.

3. *Utilité pratique des probits triangulaires.* L'utilisation des probits triangulaires permet de reporter directement sur le graphique (λ', p) les points répondant aux proportions observées de 0 ou 100 %. Ainsi que le souligne FINNEY (1947, p. 48, note), ceci n'est pas possible dans le diagramme (λ, probit empirique). On trouvera, par exemple, dans FINNEY (1947), à la table 9, p. 58 et la figure 9, p. 59, deux tels points figurés par des flèches, symboles du rejet à l'infini du point figuratif en question.

4. *Exemples simples d'application à certains dosages biologiques basés sur une réponse tout ou rien.*

Pour donner une application possible des probits triangulaires, il nous a paru intéressant de les appliquer à l'exemple le plus simple traité par FINNEY (1947, p. 26 et 52). Extrayons de la table 6, p. 52 les données suivantes en renvoyant à cet auteur pour les explications complémentaires :

X : log. de la dose D de Rotenone appliquée à des échantillons de Microsiphonella sanborni. (FINNEY note *x*). X est le dosage.

n : nombre d'insectes par échantillon.

r : nombre d'individus tués par la dose antilog. X.

$p\,\% := 100\,\frac{r}{n}$: pourcentage de léthalité observée, calculée à la première décimale.

Probit empirique : probit correspondant à $p\,\%$ d'après la table IX de FISHER-YATES (1948) ou la table simplifiée 1 de FINNEY (1947).

Y : probit attendu (expected probit) d'après une ligne de régression provisoire tracée à l'œil.

y : probit de travail (working probit) dont FINNEY recommande vivement l'usage.

Nous adjoignons une colonne de probits triangulaires λ' obtenus d'après notre table 1 ou au moyen de la formule (59) d'application très aisée.

X	n	r	$p\,\%$	Prohit empirique	Y	y	λ'
1,01	50	44	88	6,18	6,3	6,16	6,27
0,89	49	42	85,7	6,08	5,8	6,05	6,16
0,71	46	24	52,2	5,05	5,1	5,05	5,05
0,58	48	16	33,3	4,56	4,6	4,56	4,54
0,41	50	6	12,0	3,82	3,9	3,83	3,72

Comparons les droites de régressions obtenues à partir de y et de λ' et qui ont une équation du type $y = a + bx$.

1) La droite provisoire de régression a comme équation

$$Y = 2{,}25 + 4{,}01\,X \qquad (64)$$

2) Après l'introduction des probits de travail y et l'emploi d'observations pondérées, FINNEY obtient

$$\begin{aligned} y &= 2{,}134 + 4{,}176\,X \qquad (65)\\ \bar{y} &= 5{,}088 \pm 0{,}091\\ b &= 4{,}176 \pm 0{,}466\\ m &= \text{Log L. D. 50} \qquad = 0{,}686 \pm 0{,}022 \end{aligned}$$

Cet auteur note qu'au cycle suivant les calculs donneraient $b = 4{,}196$.

3) L'équation de la droite de régression calculée d'après les probits triangulaires λ' est (en coordonnées courantes aussi notées λ') de la forme $\lambda' = a' + b'X$.

$$\begin{aligned} \lambda' &= 2{,}00 + 4{,}38\,X \qquad (66)\\ b' &= 4{,}38\\ \bar{\lambda}' &= 5{,}15\\ m' &= \text{Log L. D. 50 estimée} = 0{,}685. \end{aligned}$$

On voit que les grandeurs que nous avons obtenues d'après (66) sont situées dans un *intervalle centré sur les valeurs correspondant à* (65), *intervalle dont la*

largeur ne dépasse pas un écart-étalon. Un résultat analogue est obtenu en traitant au moyen des probits triangulaires λ' l'exemple donné par FINNEY (1947, p. 201 et fig. 23, p. 203) relatif à la toxicité d'un extrait éthéré de Dernis malaccensis sur Aphis rumicis. Quoique les données brutes contiennent un pourcentage de 100 % symbolisé par une flèche, la droite de régression tracée par FINNEY a pratiquement l'ordonnée 7,5. A noter aussi que son probit de travail y correspondant vaut 7,85 alors que le probit triangulaire vaut 7,5. Cependant, lorsqu'un essai fait apparaître des léthalités de 0 ou de 100 %, ou deux léthalités de 100 % (Ex. dans FINNEY, 1947, p. 108, table 20), il est à craindre que les probits normaux de travail soient très différents des probits triangulaires empiriques correspondant à ces pourcentages.

C'est pourquoi, on peut penser que l'emploi très simple des probits triangulaires empiriques ne fournisse des résultats pratiquement équivalents à ceux qui sont donnés par les probits normaux de travail que dans les cas où les doses utilisées ne fournissent pas de léthalité proche de 0 ou de 100 % « car les poids attachés à de telles réponses sont petits » (HEALY, 1950).

7. SIGMOÏDES GAUSSIENNE, LOGISTIQUE, BI-PARABOLIQUE ET ANGULAIRE.

Il semble permis d'avancer que les probits triangulaires empiriques tels que nous les avons définis en égard à l'approximation $\sigma_2 = 0{,}40a$ (13) pourraient rendre quelque service dans les cas particuliers d'essais biologiques à réponse tout ou rien où la léthalité varie entre 5 et 95 %. Une tentative analogue a été traitée par WILSON et WORCESTER (1943) ainsi que BERKSON (1944) qui substituent à la *sigmoïde gaussienne* la courbe *logistique* bien connue décrivant la croissance d'une population. BERKSON propose une transformation de pourcentages de léthalité observés en logits qui permettent une rectification de la logistique dont nous donnons l'équation réduite (fig. 2).

$$p_L = \frac{1}{1 + e^{-\Lambda}} \tag{67}$$

Enfin, KNUDSEN et CURTIS (1947) proposent pour les essais biologiques à réponse tout ou rien, la *transformation angulaire* (fig. 2).

$$p_A = \sin^2\theta' \tag{68}$$

où p est le pourcentage observé et θ' est l'angle mesuré en radians qui correspond à p. FISHER et YATES (1948) donnent la table de cette fonction pour θ' mesuré en degrés. FISHER (1921-22) a eu le mérite d'introduire cette transformation en premier lieu et BARTLETT (1936) en a continué l'étude. De même que notre *sigmoïde bi-parabolique*, la transformation angulaire définit une *« sigmoïde angulaire » qui possède un intervalle de variation fini*

$$0 \leqslant \theta' \leqslant \frac{\pi}{2} \text{ radians.}$$

Le point 50 % est donné par $\theta' = \frac{\pi}{4}$ radians ou 45 degrés. Une propriété importante de cette transformation est que la variance exprimée par rapport à θ' est constante pour tous les échantillons de n individus.

Nous rencontrons donc 4 sigmoïdes qui sont rangées dans deux classes ben distinctes :

a) Sigmoïdes définies dans un intervalle de variation R allant de $-\infty$ à $+\infty$; telles sont les sigmoïdes gaussienne et logistique.

b) Sigmoïdes définies dans un intervalle de variation R, fini ; telles sont la sigmoïde angulaire et la sigmoïde bi-parabolique que nous avons introduite dans ce travail.

Nous devons souligner la différence essentielle existant entre les sigmoïdes appartenant à ces deux classes.

En effet, la figure 1 (sigmoïde bi-parabolique) où Λ est l'écart-réduit relatif aux log. des doses toxiques appliquées montre que le point B répond à la dose minima active et que le point G correspond à la dose minima léthale pour 100 % des sujets. Si l'on utilisait les sigmoïdes gaussienne et logistique :

1° les points répondant aux deux doses citées seraient théoriquement rejetés respectivement à $-\infty$ et $+\infty$.

2° il existerait un pourcentage théorique de léthalité $p > 0$ % en B et un pourcentage théorique $p < 100$ % en C.

Ces deux sigmoïdes n'impliquent donc pas des pourcentages de léthalité adéquate pour la dose minima active et la dose minima léthale à 100 %. Tandis que la sigmoïde bi-parabolique et la sigmoïde angulaire s'adaptent très étroitement aux conceptions de TREVAN (1927) et à la figure 2 de BURN-FINNEY-GOODWIN (1950, p. 10) où notre point B répond à la « dose maximum tolérée » sans causer de mortalité tandis que notre point G répond à la « dose certainement léthale » que nous avons appelée dose minima léthale pour 100 % des sujets.

RÉSUMÉ

1. Après un préambule sur les courbes traduisant les résultats des essais biologiques à réponse tout ou rien, l'auteur insiste sur l'intérêt des courbes de tolérance à intervalle de variation (« range ») fini.

2. Sous le nom de répartition ou fonction de fréquence triangulaire, proposée dans une publication antérieure à caractère élémentaire, l'auteur considère une telle courbe qui constitue une bonne approximation à la loi normale de GAUSS. La fonction de fréquence triangulaire définit une courbe de distribution qui est une sigmoïde bi-parabolique (fig. 1). Les probits triangulaires ainsi définis sont proches des probits normaux classiques (V. Table 3) ; ces probits triangulaires sont appliqués à un exemple repris à D. FINNEY.

3. La rectification des sigmoïdes normale, bi-parabolique, logistique et angulaire est obtenue par une même droite, moyennant un choix approprié des coordonnées (fig. 2).

4. Enfin, l'auteur insiste sur la classification des sigmoïdes réponse-dose (ou log-dose) en deux catégories bien distinctes.

1) Sigmoïdes à intervalle de variation infini.
   Sigmoïde normale correspondant à une fonction de fréquence gaussienne.
   Courbe logistique.
2) Sigmoïde à intervalle de variation fini.
   Sigmoïde bi-parabolique correspondant à une fonction de fréquence triangulaire.
   Sigmoïde angulaire.

On souligne l'intérêt de ces sigmoïdes à intervalle de variation fini dans l'interprétation biologique des courbes réponse-dose (ou log-dose) fournies par des essais biologiques à réponse tout ou rien.

BIBLIOGRAPHIE

BARTLETT, M. — *Suppl. to the J. Royal Stat. Soc.*, **3**, 68-78, 1936.
BERKSON, J. — *J. Americ. Stat. Assoc.*, **39**, 357-65, 1944.
BLISS, C. — *Science*, **79**, 38-9 et 409-10, 1934.
— *An. Applied Biol.*, **22**, 134-67 et 307-33, 1935.
BURN, J., FINNEY, D., GOODWIN. — Biological Standardization, Oxford, 1950.
CRAMER, H. — Mathematical Methods of Statistics, Princeton, 1946.
DEMING, W. — Some Theory of Sampling, New-York, London, 1950.
FINNEY, D. — Probit Analysis, Cambridge, 1937, 2e éd., 1951.
FISHER, R. — *Proc. Roy. Statist. Soc. of Edinburgh*, **42**, 321-341, 1921-1922.
FISHER, R. — *An. Applied Biology*, **22**, 164-5, 1935.
FISHER, R. — YATES, F. Statistical Tables (3th ed.). London-Edinburgh, 1948.
GADDUM, J. — Reports on Biological Standards III Methods of Biological assay depending on a quantal response. Spec. Rep. Ser. Med. Res. Council, London n° 183 (1937).
HEALY, M. — *Biometrics*, **6**, 424-431, 1950.
KNUDSEN, Lila et CURTIS, J. — *J. American Stat. Assoc.*, **42**, 282-296, 1947.
MARTIN, L. — *Ann. Inst. Agr. et Station de Recherches de Gembloux*, **18**, 72-83, 1950.
MARTIN, L. — Contribution à la discussion du travail de P. Armitage, *J. Royal Stat. Soc.*, Series B 14, 1952.
POLYA, G. — Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. Berkeley, Cambridge, 1949, p. 115-123.
POLYA, G. — *Ibid.*, p. 63-78.
TREVAN, J. — *Proc. Roy. Soc. B.*, **101**, 483-514, 1927.
WILKS, S. — Elementary Statistical Analysis. Princeton, 1949.
WILSON, E., WORCESTER, J. — *Proc. Nat. Ac. Sc. U. S. A.*, **29**, 79-85, 1943.

STATION D'ENTOMOLOGIE — CHAIRE DE CHIMIE GÉNÉRALE

A propos de l'enrichissement en azote d'une bouillie de larves de *Rhagoletis cerasi* L. (Ditp. Trypetidae)

par J. Bernard et J. Casimir

La présence de microorganismes symbiotiques chez les insectes est connue depuis longtemps. Nombre d'entre eux ont été décrits et leur rôle prouvé par des expériences précises. Ainsi en est-il pour les flagellés du rectum des termites ou pour les bactéries des hématophages (1, 6, 8) : les premiers ont un rôle cellulolytique et les seconds engendrent des vitamines nécessaires à l'insecte. Dans d'autres cas, l'action utile du microorganisme est contestée, par exemple pour les bactéries nitrofixatrices.

Parmi la flore microbienne du milieu interne des insectes on a découvert des bactéries du genre Azotobacter (Paillot, Steinhaus, cités par Zobell (2). Pétri (3) attribuait aux bactéries coecales de la mouche de l'olive (*Dacus oleae*) un rôle nitrofixateur et Peklo (2) faisait la même supposition à propos de certains éléments de la flore microbienne de diverses espèces de coléoptères. Plus récemment divers auteurs ont fourni des précisions à ce sujet. Schanderl (4) a isolé des azotobacters provenant du tube digestif de Cerambycidae du genre Rhagium. Toth et son école (7) ont approfondi le problème de la fixation symbiotique de l'azote chez les pucerons et chez les termites. La croissance des pucerons est si rapide et la teneur des sucs ingérés si faible en protides que ces auteurs ont supposé qu'il y avait une autre source d'azote. Ils ont observé qu'une bouillie de *Ptérocallis juglandis* (Hom. Aphididae) s'enrichit rapidement en azote lorsqu'on l'abandonne à l'air libre. Enfin, ils ont pu isoler certaines bactéries du milieu interne de divers homoptères, qui, cultivées en présence d'acide oxalique, dans un milieu enrichi en azote gazeux, engendrent des acides aminés.

Toutefois, Smith (5) travaillant sur *Myzus persicae* et *Doralis fabae* (Hom. Aphididae), n'est pas parvenu à mettre en évidence la fixation d'azote. De plus, il a placé des colonies de jeunes individus de ces espèces dans une atmosphère d'oxygène et d'azote contenant 31,5% de l'isotope lourd de l'azote (N^{15}) pendant des périodes dont la durée varie de 20 à 64 heures. En aucun cas il

n'a constaté de passage de l'isotope 15 dans les pucerons. Enfin, s'en référant aux chiffres d'autres auteurs en ce qui concerne les quantités de sève absorbée par les pucerons, SMITH suppute qu'un individu absorbe assez d'azote en 58 heures pour doubler de poids.

Les larves de *Rhagoletis cerasi* se nourrissent exclusivement de substances pauvres en azote (la pulpe des cerises). Sur les conseils du Professeur CHAUVIN (Bures s/Yvette) nous avons entrepris de vérifier sur cette espèce l'expérience de TOTH ayant trait à l'enrichissement en azote d'un écrasat d'insecte abandonné à l'air. Ce sont les résultats de ces essais qui sont consignés ici.

1. MATÉRIEL.

Le matériel vivant est constitué de larves de troisième âge de *Rhagoletis cerasi*. Elles sont écrasées dans un mortier et abandonnées à l'air.

2. ÉCHANTILLONAGE.

L'abandon à l'air provoque une perte d'eau et, pour obtenir des résultats comparables il a été nécessaire de doser l'azote sur le poids sec. Trois séries de dosages ont été effectués, la première au moment de l'écrasement, la seconde après 24 heures et la troisième après 96 heures d'abandon à l'air. Chaque lot est passé à l'étuve à 105-110° C. avant l'analyse, remalaxé afin de bien homogénéiser la masse et replacé à l'étuve jusqu'à poids constant.

3. DOSAGE.

Le dosage de l'azote a été pratiqué sur six échantillons de chaque lot par la microméthode de PARNASS. L'acétate mercurique a été choisi comme catalyseur pour la minéralisation, l'ammoniaque distillé recueilli dans une solution d'acide chlorhydrique centième normale et titré en retour par la soude caustique centième normale.

4. RÉSULTATS.

Les résultats sont indiqués dans les tableaux 1, 2 et 3.

Tableau 1. — POURCENTAGE D'AZOTE DANS UN ÉCRASAT DE LARVES.

Analyse immédiate

Numéro de l'essai	1	2	3	4	5	6
Pourcentage d'azote	5,60	5,62	5,60	5,45	5,59	5,64

Tableau 2. — POURCENTAGE D'AZOTE DANS UN ÉCRASAT DE LARVES ABANDONNÉ 24 HEURES A L'AIR LIBRE.

Numéro de l'essai	1	2	3	4	5	6
Pourcentage d'azote	6,47	6,51	6,49	6,49	6,47	6,50

Tableau 3. — POURCENTAGE D'AZOTE DANS UN ÉCRASAT DE LARVES ABANDONNÉ 96 HEURES A L'AIR LIBRE

Numéro de l'essai	1	2	3	4	5	6
Pourcentage d'azote	6,73	6,90	6,94	6,90	6,90	6,90

Les moyennes sont les suivantes :

Analyse immédiate	5,583% d'azote
Analyse effectuée après 24 heures	6,488% »
Analyse effectuée après 96 heures	6,878% »

Ces chiffres indiquent une augmentation de la teneur en azote de 0,9% de la masse totale en 24 heures et de 1,29 en 96 heures soit 16,1% et 23,1% de la quantité d'azote.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Les auteurs ont dosé l'azote total, après diverses périodes dans le produit du broyage de larves de Rhagoletis Cerasi L.

Les résultats des différents dosages indiquent une nette augmentation du taux d'azote après 24 heures ; après 96 heures, une nouvelle augmentation moins importante est aussi mise en évidence. On peut comparer ces résultats à ceux obtenus par TOTH et ses collaborateurs. On n'ignore pas la polémique existant autour de la question de la présence d'organismes symbiotiques nitrofixateurs chez les insectes.

Sans vouloir conclure dès maintenant que l'enrichissement constaté est dû à l'action de tels microorganismes, que nous n'avons pas eu l'occasion d'isoler, il nous a paru intéressant néanmoins de signaler les résultats obtenus.

Pendant nos travaux, Monsieur le Professeur RENARD nous a toujours prodigué ses conseils et ses encouragements. Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHAUVIN, R. — Physiologie de l'Insecte, pp. 121-150, Paris, 1949.
2. PEKLO, J. C. R. — IV^me^ Congrès Internat. Microbiologie. Copenhague, pp. 478-479, 1947.
3. PETRI, L. — *Atti. R. Acad. Linrei*, **14**, pp. 399-404, 1905.
4. SCHANDERL, H. — *Z. Morph. Oekol. Tiere*, **38**, pp. 526-533, 1942.
5. SMITH, J. D. — *Nature*, **162**, pp. 930-931, 1947.
6. STEINHAUS, G. A. — Principles of Insect Pathology pp. 124-156, London, 1949.
7. TOTH, L. et ALL. — Monograh on Natural Sciences. 5 Budapest, 1946.
8. WIGGLESWORTH, V. B. — The principles of Insect Physiology, pp. 345-349. London 1950.

CHAIRE DE MATHÉMATIQUES

Ajustement d'une équation linéaire à une série chronologique périodiquement lacunaire

par J. TEGHEM.

1. INTRODUCTION et RÉSUMÉ. — On sait que dans le cas d'un ensemble de n couples d'observations (X, Y), où les valeurs successives de X sont en progression arithmétique, le calcul du coefficient de régression de Y en X se simplifie assez considérablement. On peut supposer d'ailleurs, comme nous le ferons dans la suite, que X varie d'unité en unité ; il suffit, en effet, pour être ramené à ce cas, de choisir comme unité en X la raison de la progression. X représentera, en particulier, le temps.

Deux méthodes simplifiées sont exposées dans FISHER (*Statistical Methods for Research Workers*) (1) et reprises dans *Les Méthodes Statistiques Modernes et leur Application à l'Expérimentation Agricole* (2). L'objet de la présente note est de les généraliser afin d'étendre leur applicabilité au cas de séries chronologiques périodiquement interrompues pendant l'unité de temps, c'est-à-dire, d'une façon plus précise et plus générale, au cas de n couples d'observations (X, Y), où les n valeurs de X sont, si l'on choisit 1 pour la première,

$$1, 2, \ldots, h\,;\ h+2, \ldots, 2h+1\,;\ 2h+3, \ldots\,;\ (k-1)h+k, \ldots, kh+k-1,$$

avec $kh = n$.

Les $(k-1)$ nombres $(h+1)$, $2(h+1)$, ..., $(k-1)(h+1)$, absents de cette suite, seront appelés les *lacunes*. Ce seront, par exemple, les nombres 7, 14, ... dans le cas d'observations faites journellement, mais interrompues régulièrement par le repos dominical. Le problème posé se résout par un calcul algébrique élémentaire.

(1) FISHER, R. A. *Statistical Methods for Research Workers*, London, Oliver and Boyd.

(2) Ouvrage publié en 1945 par le Service National des Statistiques du Ministère de l'Économie Nationale et des Finances de la République Française, et qui est dû à M. E MORICE, Administrateur et Directeur de l'École d'Application du Service National des Statistiques (voir la préface).

Nous rappellerons brièvement dans la partie 2 les méthodes simplifiées qui concernent les séries chronologiques non lacunaires. La partie 3 sera relative aux méthodes généralisées pour séries chronologiques périodiquement lacunaires. Il sera facile de vérifier qu'elles se réduisent bien aux premières pour $k = 1$ (donc $h = n$). Dans la partie 4 enfin, nous traiterons un exemple numérique simple par les deux méthodes généralisées qui auront été établies dans la partie 3.

2. Soit b le coefficient de régression de Y en X.

1e *méthode*. On a, pour $X = 1, 2, \ldots, n$,

$$(1) \qquad \boxed{b = \frac{S - \frac{n+1}{2} S_1}{\frac{n(n^2-1)}{12}}},$$

où

$$S_1 = \Sigma Y \qquad \text{et} \qquad S = \Sigma XY.$$

Le calcul de S se réduit à un simple calcul d'addition, si l'on calcule d'abord les Y cumulés à partir de Y_n (observation correspondant à $X = n$).

2e *méthode*. On prend comme origine le milieu de la période d'observation, de sorte que lorsque n est impair ($= 2m + 1$), X prend les valeurs

$$-m, -(m-1), \ldots, -1, 0, 1, \ldots, (m-1), m,$$

lorsque n est pair ($= 2m$), $t = 2X$ prend les valeurs

$$-(2m-1), -(2m-3), \ldots, -3, -1, 1, 3, \ldots, (2m-3), (2m-1).$$

Ces deux cas sont considérés séparément dans *Les Méthodes Statistiques Modernes et leur Application à l'Expérimentation Agricole*, et l'on y donne, respectivement pour le premier et pour le second, les formules

$$b = \frac{\sum_{x>0} X(Y_X - Y_{-X})}{\frac{m(m+1)(2m+1)}{3}}$$

et

$$b = \frac{\sum_{t>0} t(Y_t - Y_{-t})}{\sum_{t>0} t^2};$$

l'indice des Y désigne, dans la première formule, la valeur correspondante de X, dans la seconde formule, la valeur correspondante de t.

En fait, les deux formules peuvent être remplacées par la formule unique

$$(2)\qquad \boxed{b = \frac{\sum_{t>0} t(Y_t - Y_{-t})}{\frac{n(n^2-1)}{6}}},$$

où, dans les deux cas, on prend $t = 2X$ et l'indice des Y désigne la valeur correspondante de t. On simplifiera par 2 ou non, selon que t prend des valeurs paires ou des valeurs impaires, c'est-à-dire selon que n est impair ou pair.

3. 1^e *méthode généralisée.* On a

$$(1')\qquad \boxed{b = \frac{S - \frac{k(h+1)}{2} S_1}{\frac{kh(h+1)}{12}[k^2(h+1) - 2]}},$$

avec $S_1 = \Sigma Y$ et $S = \sum_{X=1}^{n+k-1} XY$,

où l'on prend $Y = 0$ lorsque $X = \varkappa(h+1)$ ($\varkappa = 1, \ldots, k-1$) (lacunes).

Le calcul de S se réduit de nouveau à un simple calcul d'addition si l'on calcule d'abord les Y cumulés à partir de Y_{n+k-1} (observation correspondant à $X = n + k - 1$).

Démonstration de (1'). On a, d'une manière générale,

$$(3)\qquad b = \frac{\Sigma (X - \overline{X})(Y - \overline{Y})}{\Sigma (X - \overline{X})^2} = \frac{\Sigma XY - \overline{X}\Sigma Y}{\Sigma X^2 - n\overline{X}^2}.$$

où $\overline{X}$ et $\overline{Y}$ représentent les moyennes $\frac{\Sigma X}{n}$ et $\frac{\Sigma Y}{n}$.

Si l'on pose

$$s_{1,l} = \sum_{\lambda=l}^{l+h-1} \lambda = h\,\frac{2l + h - 1}{2},$$

on a ici

$$\overline{X} = \frac{1}{n}\sum_{\varkappa=1}^{k} s_{1,(\varkappa-1)h+\varkappa} = \frac{h(h+1)}{2n}\sum_{\varkappa=1}^{k}(2\varkappa - 1) = \frac{k^2h(h+1)}{2n} = \frac{k(h+1)}{2}.$$

En posant

$$s_{2,l} = \sum_{\lambda=l}^{l+h-1} \lambda^2,$$

on a, en outre,

$$\Sigma X^2 = \sum_{\varkappa=1}^{k} s_{2,(\varkappa-1)h+\varkappa}.$$

Or, on sait que si les nombres a_1, a_2, ..., a_h sont en progression arithmétique de raison r, on a

$$(a_h + r)^3 = a_1^3 + 3r \sum_{\nu=1}^{h} a_\nu^2 + 3r^2 \sum_{\nu=1}^{h} a_\nu + hr^3$$

(voir, par exemple, V. HERBIET, *Compléments d'Algèbre*) ; il en résulte, avec $a_1 = (x - 1)h + x$, $a_h = xh + x - 1$ et $r = 1$, que

$$s_{2,\,(x-1)h+x} = \frac{1}{3}\{[xh + x]^3 - [(x - 1)h + x]^3 - 3\, s_{1,\,(x-1)h+x} - h\} =$$

$$= \frac{h}{3}\left[3(xh + x)^2 - 3(xh + x)h + h^2 - \frac{3}{2}(h + 1)(2x - 1) - 1\right] =$$

$$= \frac{h(h + 1)}{6}[2h + 1 + 6(h + 1)x(x - 1)].$$

On a, par conséquent,

$$\Sigma X^2 = \frac{h(h + 1)}{6}\left[k(2h + 1) + 6(h + 1)\sum_{x=1}^{k} x(x - 1)\right] =$$

$$= \frac{h(h + 1)}{6}[k(2h + 1) + 2(h + 1)\,k\,(k^2 - 1)] = \frac{kh(h + 1)}{6}[2k^2(h + 1) - 1],$$

d'où

$$\Sigma X^2 - n\overline{X}^2 = \frac{kh(h + 1)}{12}[k^2(h + 1) - 2].$$

On a enfin $\Sigma XY = S$ et $\Sigma Y = S_1$, et la formule (1′) est donc établie.

2e *méthode généralisée*. Lorsqu'on prend comme origine le milieu de la période totale d'observation et que $t = 2X$, on a

$$(2') \qquad \boxed{b = \frac{\sum_{t>0} t(Y_t - Y_{-t})}{\frac{kh(h + 1)}{6}[k^2(h + 1) - 2]}},$$

où $Y_t = Y_{-t} = 0$ lorsque t est une lacune, c'est-à-dire lorsque $t = 2x(h + 1) - (n + k)$. On simplifiera par 2 ou non, selon que t prend des valeurs paires ou des valeurs impaires, c'est-à-dire selon que $(n + k)$ est pair ou impair.

Démonstration de (2′). On a maintenant $\overline{X} = 0$, d'où, en vertu de (3),

$$b = \frac{\Sigma XY}{\Sigma X^2} = \frac{\sum_{t>0} t(Y_t - Y_{-t})}{2\Sigma X^2}.$$

De plus, la variance n'étant pas altérée par un changement d'origine, ΣX^2

a exactement la valeur qu'avait, dans la première méthode généralisée, $\Sigma (X - \overline{X})^2$, soit $\frac{kh(h+1)}{12}[k^2(h+1) - 2]$.

La formule (2') est donc établie.

4. Exemple où $h = 6$, $k = 3$.

1^e *méthode généralisée*

X	Y	Y cumulés
1	— 1,20	75,11
2	— 0,31	76,31
3	— 0,12	76,62
4	0,49	76,74
5	2,00	76,25
6	2,02	74,25
7	0	72,23
8	2,92	72,23
9	3,50	69,31
10	3,58	65,81
11	3,90	62,23
12	5,36	58,33
13	4,75	52,97
14	0	48,22
15	6,96	48,22
16	6,96	41,26
17	7,00	34,30
18	7,72	27,30
19	9,51	19,58
20	10,07	10,07
		1137,34

$$b = \frac{1137{,}34 - \frac{3 \cdot 7}{2} 75{,}11}{\frac{3 \cdot 6 \cdot 7}{12}(7 \cdot 9 - 2)} = \frac{348{,}685}{640{,}5} = \underline{\underline{0{,}544}}$$

2^e *méthode généralisée.*

Y_{-t}	Y_t	$Y_t - Y_{-t}$	t	$t(Y_t - Y_{-t})$
3,58	3,90	0,32	1	0,32
3,50	5,36	1,86	3	5,58
2,92	4,75	1,83	5	9,15
2,02	6,96	4,94	9	44,46
2,00	6,96	4,96	11	54,56
0,49	7,00	6,51	13	84,63
— 0,12	7,72	7,84	15	117,60
— 0,31	9,51	9,82	17	166,94
— 1,20	10,07	11,27	19	214,13
				697,37

$$b = \frac{697{,}37}{1281} = \underline{\underline{0{,}544}}$$

NOTE

Désintégration de *Agrobacterium tumefaciens* par les ultrasons. Absence d'action tumorigène chez les produits obtenus

par P. Manil et Z. Straszewska.

A la suite d'essais préliminaires, négatifs, effectués en 1950, avec l'aimable concours du Dr Daams, des Laboratoires Philips, de Eindhoven, nous avons poursuivi nos recherches, en 1951. En effet, au cours de nos premiers essais, nous filtrions sur bougie Chamberland L_3 les suspensions obtenues. Le filtrat clair et stérile était alors inoculé à des plantes très sensibles au « crown-gall ». Jamais, comme nous le signalons plus haut, nous n'avons obtenu de tumeurs. Ces résultats négatifs pouvaient, entre autres, être attribués à une adsorption par la bougie, d'une éventuelle substance active.

De nouveaux essais s'imposaient donc, en 1951. Disons immédiatement qu'ils furent, eux aussi, négatifs.

Technique suivie. Une suspension très dense d'*Agrob. tumefaciens*, obtenue par raclage soigneux et émulsionnement en eau physiologique, fut traitée aux ultrasons, au laboratoire du Professeur Grabar, de l'Institut Pasteur de Paris. Cette suspension bactérienne, additionnée d'un peu d'éther, pour éviter les oxydations, fut soumise à une fréquence de 960.000, l'intensité accoustique étant de 6,8 W/cm², correspondant à 760 W pour la surface du quartz utilisé. Le temps d'ultrasonage fut de 3 heures, au bout desquelles le trouble bactérien était encore notable.

La préparation ainsi obtenue fut répartie en différentes portions, traitées comme suit :

a) Une portion fut laissée telle quelle ;

b) Une 2e portion fut additionnée de merthiolate et ainsi aseptisée.

c) Une 3e portion fut centrifugée à 8000 tours/minute, pendant 20 minutes, puis le liquide surnageant, recueilli, fut lui aussi aseptisé par du merthiolate ;

d) Une 4e portion fut filtrée sur bougie Chamberland L_3 ;

e) Une 5e portion fut filtrée sur membrane de collodion.

Un essai de stérilité effectué sur les diverses portions montre la stérilité des portions *b*, *c* et *d* seulement.

Des Datura et des Tomates furent traitées par les 5 produits, au moyen de tampons de ouate largement imbibés et protégés contre l'évaporation par un revêtement étanche de plasticine. Ces tampons de ouate étaient mis au contact de larges blessures pratiquées obliquement dans les tiges. 16 jours après l'enlèvement des tampons d'ouate, une nette tumorisation était visible sur les plantes inoculées avec les portions *a*) et *e*), ainsi que sur les plantes témoins inoculées par piqûres au moyen d'une culture jeune de *Agrob. tumefaciens*.

Les plantes traitées par les portions *b*) et *c*) présentaient une forte réaction nécrotique aux endroits traités.

Les sujets traités par le produit *d*) ne présentaient qu'un bourrelet cicatriciel assez fortement développé, mais normal d'apparence.

Les observations furent poursuivies pendant un mois et demi encore, mais n'apportèrent rien de neuf.

En résumé, seuls les portions non stériles *a*) et *e*) donnèrent des tumeurs, ce qui était normal.

Nous n'avons donc pas réussi à mettre en évidence une éventuelle substance néoformatrice dans le produit de désintégration aux ultra-sons de la bactérie du « Crown-Gall ».

L'essai est, reconnaissons-le, incomplet, puisque nous n'avons pas réalisé de filtration stérilisante sur membrane.

D'un autre côté, il se pourrait que le merthiolate ait altéré une éventuelle substance active.

Malgré les critiques justifiées qu'elle pourrait susciter, nous avons tenu néanmoins à relater cette expérience.

Ceci nous ramène du reste aux théories émises par certains auteurs, quant' au déterminisme du « Crown-Gall » : il s'agirait, non pas de l'action d'une substance déterminée, produit du métabolisme bactérien, mais d'une rupture d'équilibre entre divers facteurs, où la bactérie aurait un rôle essentiel, mais non unique (1). Quoi qu'il en soit, nous comptons poursuivre, dans d'autres conditions, nos essais.

Nous remercions ici Monsieur GRABAR de l'aide matérielle et des conseils qu'il a bien voulu nous accorder.

Chaire de Microbiologie.
Juillet 1951.

(1) RIKER, A.-J. et THOMAS J.-E. Plant Growth Substances. Édité par Folke Skoog, Madison, 1951.

BIBLIOGRAPHIE

Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft, par E. WIEDEMANN, 2e et 3e parties. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a/M 1951.

La première partie de ce travail a été analysée antérieurement. Elle avait trait à l'étude des peuplements purs et équiennes.

Dans la deuxième partie, ce sont les autres formes de peuplements qui sont envisagées : peuplements équiennes d'essences mélangées et peuplements inéquiennes.

En ce qui concerne les mélanges d'essences, l'auteur envisage les nombreuses combinaisons possibles et en analyse les résultats.

Chez les peuplements inéquiennes, il examine les diverses formes de répartition par étages avant d'en arriver à la forêt jardinée typique.

Par après sont passés en revue les divers procédés de régénération naturelle et artificielle, qui sont clairement exposés et schématisés.

Un dernier paragraphe s'occupe des résultats des expériences de culture réalisées avec les principales essences exotiques : Douglas, Abies, Cyprès, Epicéas, Pinus Thuyas, etc...

La troisième partie traite de la détermination des classes de fertilité, des modifications que peut subir la station et des conclusions à en tirer.

Pour la détermination de la classe de fertilité et son rattachement à une classe de production figurant dans les tables, l'auteur passe en revue les diverses caractéristiques du peuplement que l'on peut prendre comme éléments de référence : volume, diamètre, hauteur, accroissement, etc... mais il fait observer qu'on peut aussi se servir des propriétés du sol et de la nature de la couverture vivante.

Dans un autre paragraphe, il est dit que la qualité de la station peut varier avec les changements climatiques ou édaphiques, avec l'intervention de l'homme par les coupes à blanc, le pâturage, la culture de résineux à l'état pur... mais l'homme peut améliorer la station par les engrais, le travail du sol, la culture de plantes telles que le lupin, les aunes, etc...

Ensuite, l'auteur s'occupe de la série d'exploitation normale, du choix de la révolution, du mode d'éclaircie et des essences à éduquer. Il termine son volumineux et intéressant travail par l'exposé de ses idées sur les *tables de production* auxquelles il a consacré toute sa vie. Il estime que c'est le meilleur outil de travail dont puisse disposer le forestier aménagiste.

M. B.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XIX

Nos 1-2.

Pages

HENNAUX, L., LECOMTE, R., SEILLEUR, P., BOUDART, R. — L'importance du ravitaillement en carotène. Valeur de la farine de Luzerne 3

MANIL, P. et BONNIER, Ch. — Fixation symbiotique d'Azote chez la Luzerne *(Medicago sativa L.)* III. Nouveaux essais pratiques d'inoculation. 15

MARCQ J., HENNAUX, L., ANTOINE A. et LOUMAYE, E. — Étude zootechnique d'une race porcine 33

PIRAUX, E., LACROSSE, R., QUERTON, V. F. — Recherches sur la pasteurisation effectuées à la Station laitière de l'État, à Gembloux. Rapport général sur les recherches effectuées de 1948 à 1950 70

PARMENTIER, G. — Essais de forçage de la Chicorée Witloof sur milieu liquide 148

VANDERWALLE, R. — Observations et Recherches effectuées à la Station de Phytopathologie de l'État pendant l'année 1950 155

SINE, L. — Notions sur le remembrement des terrains agricoles en France .. 165

DEMORTIER, G. et BONUS, M. — Observations météorologiques de l'année 1950 193

Notes

BONNIER, Ch. — Formation de nodosités radiculaires sur *Arachis hypogaea L.* dans une terre dépourvue du *Rhizobium* spécifique 229

Bibliographie 231

Nos 3-4.

HENNAUX, L., ANTOINE, A., HOLVOET. J. — L'effet de la vitamine B_{12} et de la pénicilline sur la croissance du porcelet 233

HENNAUX, L., ANTOINE, A., SEILLEUR, P. — La germination rapide des grains et leur valeur alimentaire 244

HENNAUX, L., ANTOINE, A., LECOMTE, L. — L'influence de l'alimentation sur la teneur du colostrum en vitamine A et en carotène 251

HENNAUX, L., HENIUS, J. M. — La castration hormonale des coquelets .. 257

MARTENS, P. H. — Influence de la qualité du Jaune thiazol sur la détermination colorimétrique du magnesium 262

NANGNIOT, P. — Le dosage de l'isomère Gamma de l'Hexachlorcyclohexane par polarographie 267

MONIN, A. — Description et identification des variétés de cerisiers 276
NYS, L. — L'étuvage et l'ensilage des tubercules 327
MARTIN, L. — Probits normaux classiques et probits relatifs à la répartition triangulaire 364
BERNARD, J., CASIMIR, J. — A propos de l'enrichissement en azote d'une bouillie de larves de *Rhagoletis cerasi* L. 387
TEGHEM J. — Ajustement d'une équation linéaire à une série chronologique périodiquement lacunaire 390

Note.

MANIL P. et STRASZEWSKA Z. — Désintégration de *Agrob. tumefaciens* par les ultrasons 395

Bibliographie 397

ÉDITIONS J. DUCULOT, S. A., GEMBLOUX. *(Imprimé en Belgique).*

Encyclopédie Agronomique et Vétérinaire

MANUEL DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

par **V. LATHOUWERS**

Docteur ès Sciences. Professeur à l'Institut agronomique de l'État à Gembloux.

Tome I : **L'Amélioration générale** — **En réimpression**

Tome II : **L'Amélioration du Froment,** 580 pp., 66 fig. — **150.00**

LE CHÊNE PÉDONCULÉ ET LE CHÊNE ROUVRE

Leur culture en Belgique

par **A. POSKIN**

Professeur à l'Institut agronomique de l'État, à Gembloux.

1 vol. 283 p., 54 fig., 1 carte en couleurs, — br., **65,00**

PHYTOTECHNIE DE L'HEVEA — (HEVEA BRASILIENSIS)

Botanique — Amélioration — Culture et Exploitation

par **M. FERRAND**

Ingénieur Agronome (A. I. Gx), Chef de la Division de l'Hevea de l'INÉAC, Directeur du Centre de Recherches de l'Inst. de Rech. pour les Huiles de Palme et Oléagineux de Paris.

1 vol. 432 p., 67 fig., 2 hors-textes — **110.00**

ÉLÉMENTS DE MICROBIOLOGIE GÉNÉRALE ET AGRICOLE

par **G. VERPLANCKE**

Charge de cours à l'Université de Gand et à l'Institut agronomique de Gand

1 vol. in-8°, 328 pp., 105 fig. — br. **45,00**

LES BOVINS

par **J. LAHAYE** et **J. MARCQ**

Professeur à l'École de Médecine vétérinaire, à Cureghem. Professeur à l'Institut agronomique, à Gx.

Tome I : **La Connaissance du Bétail,** 1 vol. in-8°, 196 pp., 166 fig. **En réimp.**

Tome II : *Volume* 1. **Ethnographie. Hygiène. Reproduction.** **En réimpr.**

Volume 2. **Alimentation,** 1 vol. in-8°, 644 pp., 20 fig. **En réimpr.**

TRAITÉ DE PATHOLOGIE MÉDICALE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

par F. LIÉGEOIS

Professeur à l'École de médecine vétérinaire, à Cureghem.

1 vol. XXVI-926 p., 3e édition, 1949. — **520.00**

LA FERTILISATION DU SOL ET LES ENGRAIS

par **R. MEURICE**

Docteur en Sciences, Directeur de la Station de Chimie et de Physique Agricoles de l'État, à Gembloux.

1 vol. in-8° ill., 280 p. — **60,00**

TRAITÉ D'ÉCONOMIE RURALE

par **A. DELOS**

Professeur à l'Institut agronomique de l'État, à Gembloux.

Tome I : **La Terre,** 1 vol. in-8°, 280 pp., 25 fig., — br. **50,00**

Tome II : **Le Capital d'exploitation,** 1 vol. in-8°, 372 pp., — **Épuisé**

PRÉCIS DE DROIT VÉTÉRINAIRE

par **F. LIÉGEOIS**

Professeur à l'École de médecine vétérinaire, à Cureghem.

1 vol. in-8°, 332 pp., br. **60,00**

TRAITÉ COMPLET D'AVICULTURE

par **J. LAHAYE, J. MARCQ et E. CORDIEZ**

Professeur à l'École de Médecine vétérinaire, à Cureghem. Professeur à l'Institut agronomique, à Gx.

1 vol. in-8°, 660 pp., 219 fig., 9 hors-textes en quadrichromie, br. **375,00**

LE CHEVAL

par **J. MARCQ** et **J. LAHAYE**

Prof. à l'Institut agronomique, à Gembloux. Prof. à l'École de médecine vétérinaire, à Cureghem.

Tome I : **Extérieur du Cheval**, 304 pp., 193 fig. br. **175,00**

Tome II : **Zootechnie spéciale. Alimentation. Hygiène. Amélioration.**

En réimp.

LA CANNE A SUCRE AUX ANTILLES FRANÇAISES

par **J. GUILLAUME**

Ingénieur, Chef de Fabrication aux Antilles.

1 vol. in-8°, IX-215 pp., fig. br. **56,00**

ÉLÉMENTS DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE

appliquée à la Phytotechnie

par **Ém. MARCHAL**

Professeur émérite à l'Institut agronomique de l'État, à Gembloux.

P. MANIL et **R. VANDERWALLE**

Professeur à l'Institut agronomique de Gembloux. Chargé de cours à l'Institut agronomique de Gx.

1 vol. in-8°, XXIV-540 pp., 205 fig. br. **290,00**

ÉLÉMENTS DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

Les bases scientifiques de la Phytotechnie

par **Ém. MARCHAL**

Professeur à l'Institut agronomique de l'État, à Gembloux.

1 vol. in-8°, XVI-344 pp., 131 fig., br. **225,00**

TRAITÉ DE SYLVICULTURE

par **A. POSKIN**

Professeur à l'Institut agronomique de l'État, à Gembloux.

1 vol. in-8°, 532 pp., 166 fig. br. **260,00**

A TRAVERS LES FORÊTS DE PINSAPO D'ANDALOUSIE

Étude de Dendrologie, de Sylviculture et d'Entomologie forestière.

par **A. BARBEY**

Expert forestier, Docteur ès Sciences,

1 vol. in-8°, 110 pp., 41 pl., br. **40,00**

ÉDITIONS J. DUCULOT, S. A., GEMBLOUX. *(Imprimé en Belgique).*